

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ
АКАДЕМИЯ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. КОСЫГИНА
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)**

**РОССИЙСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ
АКАДЕМИЯ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОСЫГИНСКИЙ ФОРУМ – 2019
«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ
«СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ
ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**МОСКВА
2019**

Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук» (16 октября 2019 г.). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – 225 с.

В сборник включены научные статьи российских и зарубежных ученых, представленные на Форум, в которых рассматриваются вопросы современных инженерных проблем в ключевых отраслях промышленности, а также в смежных секторах экономики. Материалы сборника предназначены для преподавателей вузов, аспирантов, научно-технических и инженерно-технических работников различных отраслей промышленности и агропромышленного комплекса.

Редакционная коллегия

Белгородский В.С. – ректор, Гусев Б.В. – президент МИА/РИА, Балакирев Н.А. – академик РАН, Кашеев О.В. – проректор по научной работе, Разумеев К.Э. – директор текстильного института, Виноградова Ю.В. – начальник отдела научно-исследовательских работ, Николаева Н.А. – ведущий инженер отдела научно-исследовательских работ, Федорова Н.Е. – доцент кафедры текстильных технологий

ISBN 978-5-87055-813-4

© ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019
© Авторы статей, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Б.В. Гусев Об основных направлениях деятельности международной и российской инженерных академий	6
Dr. Jenn-Chuan Chern Приз Тан – блестящее будущее	12
Н.А.Балакирев, М.В.Новиков, В.С. Белгородский, Е.Г. Андреева, М.А. Гусева Основные тренды клеточного пушного звероводства	16
Duu-Jong Lee Энергия биомассы - оценка	19
И.М. Дунин, Разумеев К.Э. Национальная система заготовки и сертификации шерсти на основе инструментальных методов оценки	22
Д.Я. Гигинейшвили, Е. Н. Кристесяшвили Непрерывное базальтовое волокно и перспективы их широкомасштабного применения. Результаты исследований за 40 лет	24
В.Ф.Кузин, Т.А. Лачинина, М.С Чистяков Кластерная модель импортозамещающей стратегии инновационного высокотехнологичного развития	30
С.В. Голубков, Н.Н. Мачалаба О современных инженерных и организационных проблемах развития промышленности химических волокон Российской Федерации	35
А.В. Медведев, К.Э. Разумеев Исследование процесса формирования крученых нитей по способу отдельной подачи нитей в зону кручения	41
Б.В. Гусев, В.В.Саурин Собственные колебания бетонных балок переменного сечения	48
М.Е. Беспалов, В.И. Монахов, Н.В. Минаева Проектирование микроконтроллеров на основе ПЛИС с архитектурой FPGA в задачах управления мобильными роботами	53
В.С. Боголюбов, И.В. Малков Технологические проблемы механики и автоматизация композитного авиастроения	55
П.А. Севостьянов, Т.А. Самойлова Компьютерное моделирование статистической динамики удлинения и разрыва тканого полотна	58
С.П. Сивков Цементы будущего	63
Н.А. Балакирев, Ю.А. Юлдашбаев, Разумеев К.Э., Арилов А.Н., С.А. Хататаев, А.М.Абдулмуслимов Селекционные достижения в отечественном овцеводстве	67
М. Bek, В. von Bernstorff, В. V. Gussev, I. Emri Breakthrough in impact and earthquake isolation	71
Г.И. Касьянов, А.М. Магомедов, А.М. Медведев, Э.Ю. Мишкевич Принципы обогащения микроэлементами продуктов растительного и животного происхождения	74
К.А. Махашвили, Н.Г. Иашвили Структура системы контроля состава сточных вод	79
Е.Н. Потапова, Т.В. Гусева, И.О. Тихонова Модернизация производства цемента на основе наилучших доступных технологий	83

Д.Я. Гигинейшвили, Д.Д. Гигинейшвили, Т.Г. Мацаберидзе, Г.Н. Чикваидзе, П. Граймс	
Влияние компьютерного моделирования на конструктивные и архитектурные решения гостиничного комплекса «ХИЛТОН» в г. Батуми на основе применения вычислительного комплекса «ЛИРА САПР»	88
А.С. Марутян	
Стальные гнutoзамкнутые профили (ГЗП)	93
Н.Н.Ясинская, Н.В.Скобова, В.И.Ольшанский, А.Г.Коган	
Исследование процесса сушки и термообработки комбинированных слоистых текстильных материалов	97
Н.Е. Федорова	
Направления развития способов металлизации нитей и тканей	103
В.С. Боголюбов, И.В. Малков	
Перспективы развития технологии автоматизированной намотки конструкций аэрокосмической техники из полимерных композиционных материалов	106
П.А. Севостьянов	
Возможности сингулярного спектрального анализа в исследованиях неровноты одномерных волокнистых продуктов	111
А.Д. Филиппов, Ю.С. Шустов	
Новые виды образцов антивандальных тканей	114
П.А. Севостьянов, Т.А. Самойлова, В.И. Монахов, М.Л. Тихомирова, Д.А. Забродин	
Современные информационные технологии в исследованиях и оптимизации процессов рыхления и очистки экологических волокнистых материалов	119
П.А. Севостьянов, Т.А. Самойлова, М.Л. Тихомирова	
Конечноэлементное моделирование динамики деформаций тканых полотен	123
П.А. Севостьянов	
Теоретические основания равновесности волокнистых материалов и изделий из них	127
М.М. Бондарчук, Е.В. Грязнова	
Изготовление швейных ниток и ниточных изделий	130
Н.С. Скуланова, Т.В. Подольная, В.Г. Сучков, Т.И. Полякова, Т.Б. Караев	
Моделирование процесса кардочесания при переработке смесей с регенерированными ПЭТ волокнами	134
Н.С. Скуланова, Т.В. Подольная, А.А. Метельский, С.А. Голайдо, В.Г. Сучков	
Моделирование технологии и свойств пряжи из регенерированных ПЭТ волокон	138
Н.Е. Федорова, С.А. Голайдо	
Снижение неровноты пряжи на чесальном аппарате	141
Н.В. Переборова, М.А.Егорова, А.А. Козлов	
Применение методов системного анализа релаксационных процессов текстильных эластомеров для качественной оценки их функциональных свойств	144
М.А. Егорова, Н.В. Переборова, А.Г. Макаров	
Разработка методов системного анализа деформационных процессов текстильных материалов сложного строения с целью их прогнозирования	148
Ю.И. Горохов	
Биосферные территории проживания человека	152
А.А. Сперанский, В.М. Туполева, А.Ю. Фурник	
Матрица функционалов устойчивого социально-экономического развития	158
А.А. Сперанский	
Фактор глобальных угроз в социально-экономическом развитии	160
А.Ю. Фурник	
Феноменологический подход в качестве инструмента выхода из системных кризисов	164

Х.И. Иброгимов, М. Курбонали, М.Х. Сафарзода, Ф.М. Сафаров, А.Ф. Плеханов Повышение эффективности первичной обработки хлопка-сырца средневолокнистых сортов хлопчатника для сохранения природных качеств и стоимости волокна	168
С.Л. Матисмаилов, К.Г. Камалдинова, А.Ф. Плеханов, Н.А. Королева Оценка степени распрямленности волокон в чесальной ленте и ленте с ленточных машин первого и второго переходов	173
З.А.Яминова, О.И. Одинцова, А.Ф. Плеханов, Н.Е. Федорова Исследование технологии приготовления основы с использованием экстракта серицина полученного из отходов шелка	178
М.Х. Ахмедов, Т.О.Туйчиев, А.Ф. Плеханов, К.Э.Разумеев Исследования эффекта очистки а и определение содержания волокна в отходах на двухбарабанном волоконноочистителе 2-ВПП	182
Н.А. Королева Определение регрессионной модели по матрице планирования эксперимента КОНО-2 с использованием автоматизированного расчета	188
В.В. Хамматова, Р.Ф. Гайнутдинов Экспериментальные исследования стойкости к истиранию образцов натуральных текстильных материалов, наноструктурированных потоком низкотемпературной плазмы	190
В.В. Хамматова, К.Э. Разумеев Инновационные технологии производства полульняной парусины с улучшенными прочностными свойствами	194
Э.А. Хамматова Экспериментальные исследования микроструктуры натурального текстильного материала после воздействия потока неравновесной низкотемпературной плазмы	199
Н.А. Королева Трикотажная пряжа – новый тренд в ручном вязании	204
Н.Е. Федорова Исследование контактирования между волокнами сжимаемого продукта	207
В.А. Аниськова Разработка технологии нетканых геотекстильных материалов	210
С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов Процессы тепломассопереноса в системах защиты техносферы: производственные, противопожарные и экологические аспекты	213
С.А. Газиева Анализ технологии переработки хлопка-сырца на хлопкоперерабатывающих предприятиях Таджикистана	218

**ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ
И РОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНЫХ АКАДЕМИЙ
MAIN ASPECTS OF ACTIVITIES OF INTERNATIONAL AND RUSSIAN
ENGINEERING ACADEMIES**

**Гусев Борис Владимирович
Gusev Boris Vladimirovich**

*Международная инженерная академия, Россия, Москва
International Engineering Academy, Russia, Moscow*

Аннотация: Рассмотрены этапы создания и развития Российской и Международной инженерных академий. Представлены основные направления и современная структура Академий

Abstract: Stages of formation and development of Russian and International Engineering Academies are shown. Also provided current main activities and structure of both Academies.

Ключевые слова: Международная инженерная академия, Российская инженерная академия, Президиум и секции РИА, Совет Президентов МИА

Keywords: International Engineering Academy, Russian Engineering Academy, Presidium and Sections of REngA, Council of Presidents of IEngA

В 1991–1992 годах на базе Инженерной академии СССР* были образованы инженерные академии стран СНГ, ставшие учредителями Международной инженерной академии (МИА), которая в 1992 году была зарегистрирована как Международная общественная организация. Президентом Международной инженерной академии является Борис Владимирович Гусев со дня её основания. Большую помощь в организации МИА оказали ее почетные президенты, академики Академии наук СССР И.А. Глебов, А.Ю. Ишлинский и Б.Е. Патон, К.В. Фролов.

В настоящее время в Международную инженерную академию входят 14 представителей государств – национальные инженерные академии, отделения и представительства из Азии, Америки и Европы:

- Азербайджанская инженерная академия;
- Инженерная академия Армении;
- Инженерная академия Грузии;
- Инженерная академия Кыргызской Республики;
- Инженерная академия Республики Таджикистан;
- Инженерная академия Украины;
- Инженерная Федерация Узбекистана;
- Национальная инженерная академия Республики Казахстан;
- Российская инженерная академия;
- Отделение МИА в Перу;
- Отделение МИА в Словении;
- Отделение МИА на Тайване;
- Центрально-Европейское Отделение МИА;
- Представительство МИА в Республике Беларусь.

* Инженерная академия СССР была зарегистрирована 13 мая 1990 года и на ее основе была создана МИА

А начиналось с 1992-1993 годов с создания Совета президентов

Совет президентов Международной инженерной академии (МИА)

Почётные Президенты МИА: И.А. Глебов, А.Ю. Ишлинский, Б.Е. Патон, К.В. Фролов

1. Гусев Борис Владимирович - Президент
2. Джолдасбеков Умирбек Арисланович - 1^{-й} вице-президент, президент ИА Республики Казахстан
3. Кабулов Васил Кабулович - вице-президент ИА Республики Узбекистан
4. Подгорный Анатолий Николаевич – вице-президент ИА Республики Украины
5. Яковлев Андрей Иванович - главный ученый секретарь МИА
6. Ходжамирян Юрий Ервандович - президент ИА Республики Армении
7. Шутов Геннадий Моисеевич – президент ИА Республики Беларуси
8. Прангишвили Ивери Варламович - президент ИА Республики Грузии
9. Абдраимов Самудин Абдранмович - президент ИА Республики Кыргызстан
10. Вахобов Анвар Вахобович - президент ИА Республики Таджикистан
11. Чащиев Какабай Чощиевич – президент ИА Республики Туркменистан

1 Руководство инженерных академий, входящих в состав Международной инженерной академии

Инженерная академия Республики Армения

Президент Ходжамирян Юрий Ервандович
Вице-президенты: Акопьян Эдуард Микаелович
Меликян Константин Александрович
Главные ученые Казумян Зорайр Багратович
секретари Гаспарян Леон Альфредович

Инженерная академия Республики Беларусь

Президент Шутов Геннадий Моисеевич
Вице-президенты: Чердынцев Валерий Аркадьевич
Шагинян Альберт Семенович

Инженерная академия Республики Грузия

Президент Прангишвили Ивери Варламович
Вице-президенты: Махвиладзе Леван Силованович
Джанеладзе Тамаз
Главный ученый
секретарь Горгидзе Иван Алексеевич

Инженерная академия Республики Казахстан

Президент Джолдасбеков Умирбек Арисланович
Вице-президенты: Болотов Альберт Васильевич
Кульджабаев Еркенбек Бекбосынович
Главный ученый
секретарь Жумагулов Бахытжан Турсунович

Инженерная академия Республики Кыргызстан

Президент Абдраимов Самудин Абдранмович
Алымкулов Карынбек Алымкулович

Главный ученый
Секретарь Матеев Умербек Асынбекович

Инженерная академия Российской Федерации

Президент Гусев Борис Владимирович
Вице-президенты: Баталин Юрий Петрович
Быков Валерий Алексеевич
Звездин Юрий Иванович
Соколов Борис Николаевич

Главный ученый
секретарь Полунин Виктор Тимофеевич

Инженерная академия Республики Таджикистан

Президент Вахобов Анвар Вахобович
Вице-президент: Сирожев Бахрам Сирожевич
Главный ученый секретарь Труфанова Ирина Ивановна

Инженерная академия Республики Туркменистан

Президент Чацшиев Какабай Чощиевич
Главный ученый секретарь Долмат Тамара Анатольевна

Инженерная академия Республики Узбекистан

Президент Кабулов Васил Кабулович
Вице-президент: Аббасханов Нуман Ахмедович
Главный ученый секретарь Тишатаева Муборак Хакимовна

Инженерная академия Республики Украина

Президент Подгорный Анатолий Николаевич
Вице-президенты: Григорьев Леонард Суменович
Золоторев Анатолий Николаевич
Главный ученый секретарь Васильев Анатолий Иосифович

К началу XXI века МИА окрепла и уже в 1997 году была представлена в следующем составе Совета президентов:

Члены Бюро МИА:

- 1 Гусев Борис Владимирович - Президент МИА и РИА
- 2 Джолдасбеков Умирбек Арисланович - 1^й вице-президент, президент ИА Республики Казахстан
- 3 Ефименко Сергей Петрович - вице-президент
- 4 Загайнов Герман Иванович - вице-президент
- 5 Кабулов Васил Кабулович - вице-президент ИА Узбекистана
- 6 Прангишвили Ивери Варламович - президент ИА Грузии
- 7 Хомерики Владимир Кириллович - вице-президент
- 8 Шагинян Альберт Семенович - вице-президент Белорусской ИА
- 9 Яковлев Андрей Иванович - вице-президент, главный ученый секретарь

Члены Совета:

- 10 Абдраимов Самутдин Абдранмович - президент ИА Кыргызской Республики
- 11 Васильев Анатолий Иосифович - и.о. президента ИА Украины
- 12 Вахобов Анвар Вахобович - президент ИА Республики Таджикистан
- 13 Мехтиев Ариф Шафаятоглы - президент отделения в Азербайджане

- 14 Ходжамирян Юрий Ервандович - президент ИА Армении
- 15 Чердынцев Валерий Аркадьевич - президент Белорусской ИА
- 16 Марино Маринов - президент Болгарского отделения МИА
- 17 Могилевский Виталий Морицович - президент Литовского филиала МИА
- 18 Эмри Игорь - президент филиала в Словении

В настоящее время Совет Президентов и Президиум Совета Президентов МИА представлен в следующем виде:

Президент МИА:

1. Гусев Борис Владимирович – Президент Российской инженерной академии

Первые вице-президенты МИА:

2. Васильев Анатолий Иосифович – Президент Инженерной академии Украины
3. Жумагулов Бакытжан Турсынович – Президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан
4. Ин Самуэл Иен-лянь – отделение МИА на Тайване
5. Малитиков Ефим Михайлович – Президент Международной ассоциации «Знание»
6. Прангишвили Арчил Ивериевич – Президент Инженерной академии Грузии

Вице-президенты МИА:

7. Бакшеев Дмитрий Семёнович – Вице-президент Российской инженерной академии
8. Кальгин Александр Анатольевич – заместитель Президента Общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия»
9. Минасян Сергей Ашотович – Президент Инженерной академии Армении
10. Никитенко Петр Георгиевич – Руководитель Представительства МИА в Республике Беларусь
11. Пашаев Ариф Мир Джалал оглы – Президент Азербайджанской инженерной академии
12. Разумеев Константин Эдуардович – Вице-президент Российской инженерной академии
13. Фаликман Вячеслав Рувимович – Уполномоченный представитель Международного союза экспертов и лабораторий РИЛЕМ в странах Восточной Европы и Средней Азии
14. Чжэнь-ЧуанЧэнь – Руководитель отделения МИА на Тайване
15. Черноиванов Вячеслав Иванович – Первый вице-президент Российской инженерной академии

Главный ученый секретарь:

16. Иванов Леонид Алексеевич

Члены Совета:

17. Кабулов Анвар Васильевич – Президент Инженерной Федерации Узбекистана
18. Каталинич Бранко – руководитель Центрально-Европейского отделения МИА
19. Кожоголов Камчыбек Чонмурунович – Президент Инженерной академии Кыргызской Республики
20. Никулин Валерий Александрович – Вице-президент Российской инженерной академии
21. Покатов Александр Васильевич – Член Президиума Российской инженерной академии
22. Саидмуродов Лютфилло Хабибуллоевич – Президент Инженерной академии Республики Таджикистан
23. Эдильберто Ноэ Нике Аларкон – Президент отделения МИА в Перу

24. Эмри Игорь – Руководитель отделения МИА в Словении

Президиум Совета Президентов:

1. Гусев Борис Владимирович – Президент Российской инженерной академии
2. Бакшеев Дмитрий Семёнович – Вице-президент Российской инженерной академии
3. Васильев Анатолий Иосифович – Президент Инженерной академии Украины
4. Жумагулов Бакытжан Турсынович – Президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан
5. Иванов Леонид Алексеевич – Главный ученый секретарь
6. Ин Самуэл Иен-лянь – Первый вице-президент Международной инженерной академии (Тайваньское отделение МИА)
7. Кальгин Александр Анатольевич – заместитель Президента Общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия»
8. Никулин Валерий Александрович – Вице-президент Российской инженерной академии
9. Разумеев Константин Эдуардович – Вице-президент Российской инженерной академии
10. Фаликман Вячеслав Рувимович – Уполномоченный представитель Международного союза экспертов и лабораторий РИЛЕМ в странах Восточной Европы и Средней Азии

Большие работы были проведены в области энергетики по использованию ветроэнергетики и солнечных батарей. Следует отметить также существенное повышение коэффициента полезного (КПД) при переходе на мобильные системы отопления, которые позволили повысить КПД до 10 раз.

В области материаловедения существенно повышены прочность в 2,5-3 раза и, особенно, долговечность в 5-7 раз за счет измельчения минеральных добавок на гидродинамических установках (кавитаторах) и их введения в состав бетонной смеси.

В области машиностроения успешно ведутся работы по роботизации технологических процесса в кораблестроении.

Можно отметить работы в области решения экологических проблем. Одной из уникальных работ является создание биогазовых установок, которые позволяют получать биогаз из органических отходов при критических температурах до 500⁰С и давлениях порядка 150 атмосфер.

В начале 2019 года по инициативе ООН мировая общественность отметила 150-летие периодической таблицы Д.И.Менделеева.

В МИА ведутся работы по созданию цифровой модели таблицы Д.И.Менделеева. Предложена Объемная матрица химических элементов в виде 3Дспирали, которая позволяет создать такую цифровую модель, спрогнозированы новые 100 элементов: описаны их атомные массы и электронные строения оболочек.

Основная концепция академии на всех этапах ее развития основывается на содействии укреплению инженерного потенциала стран, в которых работают члены академии, с целью улучшения духовной, экономической, экологической и социальной жизни человека. Направления деятельности МИА определяются особенностями и потребностями духовного, экономического, научно-технического развития каждого из государств.

В составе МИА более 1300 членов из 40 стран, среди которых президенты зарубежных государств и руководители правительств, видные ученые, общественные деятели и руководители крупных научных и промышленных структур.

В нашем составе представлены руководители стран, выдающиеся и известные ученые:

Азербайджан: Мехтиев А.Ш., Пашаев А.М., Джанахмедов А.Х. и другие;

Армения: Амбарцумян С.А., Ходжамирян Ю.Д., Минасян С.А. и другие;

Грузия: Прангишвили И.В. и А.И., Жордания И.С., Горгидце И.Д. и другие;

Казахстан: Назарбаев Н.А., Дхолдасбеков С.У., Жумагулов Б.Т,

Надиоров Н.К.и другие;

Россия: Рыжков Н.И., Баталин Ю.П., Колпаков С.В., Яшин Ю.А. и другие;

Украина: Кучма Л.Д., Патон Б.Е., Подгорный А.Н., Васильев А.И. и другие.

Успешная работа членов МИА заслужила высокое международное и межгосударственное признание. Так, в 1993 году академия получила консультативный статус при ЮНИДО (Организация Объединенных Наций по промышленному развитию), а в 1997 году – статус наблюдателя при Постоянной комиссии Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ по вопросам культуры, науки, образования и информации.

МИА укрепляет связи и взаимодействует с более чем 20 инженерными академиями мира. Имеет постоянное организационное и творческое сотрудничество с Международным Союзом научных и инженерных обществ, Федерацией инженерных институтов исламских государств, активно взаимодействует с Международным Советом академий инженерных и технологических наук, Всемирной Федерацией научных работников, Международным союзом экспертов и лабораторий строительных материалов (RILEM), Национальными лабораториями прикладных исследований (Тайвань) и целым рядом других авторитетных организаций.

МИА выступала и выступает активным организатором крупных международных форумов, конференций и конгрессов. Среди них:

Форумы «Использование космоса в мирных целях», «Международные Косыгинские чтения «Современные задачи инженерных наук», Тайвано-Российский;

Конференции – «Перспективные задачи инженерной науки», «Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов», «Малая и нетрадиционная энергетика, энергоэффективность», «Бетон и железобетон – взгляд в будущее»;

Всемирный конгресс инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» прошел в Казахстане. На конгрессе выступали 5 нобелевских лауреатов и 10 лауреатов премии «Глобальная энергия» и была развернута широкая дискуссия.

С участием МИА издаются более 50 научных и информационных периодических изданий, в числе которых: Среди них: «Авиакосмическая техника и технология», «Бетон и железобетон», «Вестник Азербайджанской инженерной академии», «Вестник Инженерной академии Армении», «Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан», «Вестник Инженерной академии Украины», журнал «Инженер» Инженерной академии Кыргызской Республики, «Вестник Политехнического института Таджикского технического университета», «Вестник науки и образования Северо-запада России», «Инженерный вестник Дона», «Инженерная газета», «Инженерные проблемы стабильности и конверсии», «Инновации и инвестиции», «Нанотехнологии в строительстве», «Наука и техника в Якутии», «Промышленное и гражданское строительство», «Энергобезопасность и энергосбережение», «Экономика и право», «Engineering in Kazakhstan», «International Journal of Simulation Modeling», «Mechanics of Time Dependent Materials» и многие другие.

В настоящее время МИА совместно с национальными академиями, отделениями и представительствами выполняет ряд крупных межгосударственных программ, объединяющих усилия инженеров разных стран для решения важнейших задач в экономике, промышленности, строительстве, энергетике, экологии, сфере безопасности, инженерного образования и других направлениях инженерной деятельности.

**ПРИЗ ТАН – БЛЕСТЯЩЕЕ БУДУЩЕЕ
TANG PRIZE - SPARKING THE FUTURE**

Dr. Jenn-Chuan Chern

*CEO, Tang Prize Foundation
President, Taiwan Chapter of IAE (TCIAE)
Vice President, International Academy of Engineering (IAE)*

A. The Tang Prize

In the advent of industrialization and globalization, humanity has greatly enjoyed the convenience brought about by science and technology. Yet, humanity also faces a multitude of critical environmental, socio-cultural, and ethical issues on an unparalleled scale, such as climate change, inequality, and moral degradation. Against this backdrop, Dr. Samuel Yin established the Tang Prize in December 2012 to encourage individuals across the globe to chart the middle path to achieving sustainable development by recognizing and supporting contributors for their revolutionary efforts in the four major fields of Sustainable Development, Biopharmaceutical Science, Sinology, and Rule of Law. The Tang Prize is global in reach, with laureates selected on the basis of the originality of their work along with their contributions to society, irrespective of their nationality or ethnicity.

Rooted in the long-standing cultural traditions of Chinese philosophical thought and in an outlook of convergence and mutual enrichment with other traditions, the Tang Prize aims to provide fresh impetus to first-class research and development in the 21st century, to bring about positive change to the global community, and to create a brighter future for all humanity.

B. Philosophy

The Tang Prize is an extension of Samuel Yin's commitment to education, a legacy passed down in the Yin family. Shu-Tien Yin, Yin's father, often said that life should not be measured by one's wealth but by one's contributions to others—specifically, providing greater access to knowledge.

Following his father's model of nurturing and developing human potential, Yin established the Kwang-Hua Education Foundation in 1989, which has since provided grants and scholarships to over 150,000 recipients. In 1994 he founded the Guanghua School of Management at Peking University and in 1996 established the Guanghua Engineering Science and Technology Prize at Chinese Academy of Engineering. Over the years he has continued to support universities and cultivate talent in fields ranging from management, medicine, and engineering, to law and the humanities.

Yin believes that education is life itself. He shares his outlook and life experiences with students in the hope that they, too, will give back to society by sharing knowledge. Knowing that education is the key to driving social progress, Yin established the Tang Prize, his commitment to encouraging inquiring minds to explore new perspectives and insights to make the world a better place.

C. Prize & Grant

Nomination and selection are conducted by an independently acting selection committee which is formed in partial cooperation with the Academia Sinica. The Tang Prize is awarded on a biennial basis, each with a cash reward of US\$1.33 million (NT\$40 million). Grant projects proposed by the laureates also receive a grant of up to US\$0.33 million (NT\$10 million). Should



two, or up to three, candidates receive an award in the same category, the cash reward and grant are shared.

Each laureate is expected to put forward their research proposals, according to which the grant may be divided among any institutions or individuals of the laureate's choosing, and is meant to improve the research, education, and scholarship of the field in which the laureate has been awarded.

D. Nomination Process

The Tang Prize is awarded biennially. Therefore, each prize cycle lasts for two years. In the April of the first year, invitations will be sent out to scholars and institutions around the world, asking them to submit names of nominees by September 30th of the same year. The whole selection process will be completed by the middle of the second year, and from 18th to 21st of June, announcements of winners in the categories of Sustainable Development, Biopharmaceutical Science, Sinology and Rule of Law will be made respectively, followed by the award ceremony and the Tang Prize week scheduled to take place in September.

E. Award Categories

The Prize in Sustainable Development

The Tang Prize in Sustainable Development recognizes those who have made extraordinary contributions to the sustainable development of human societies, especially through groundbreaking innovations in science and technology.

The Prize in Biopharmaceutical Science

The Tang Prize in Biopharmaceutical Science recognizes original biopharmaceutical or biomedical research that has led to significant advances towards preventing, diagnosing and/or treating major human diseases to improve human health.

The Prize in Sinology

The Tang Prize in Sinology recognizes the study of Sinology in its broadest sense, awarding research on China and its related fields, such as Chinese thought, history, philology, linguistics, archaeology, philosophy, religion, traditional canons, literature, and art (excluding literary and art works). Honoring innovations in the field of Sinology, the Prize showcases Chinese culture and its contributions to the development of human civilization.

The Prize in Rule of Law

All individuals are born equal, and everyone, including states and international organizations, is accountable to the law. For the purpose of the Tang Prize, the Rule of Law encompasses due process and substantive justice, and champions peace, human rights, and sustainable development in order to serve the common good of humankind and nature. The Tang Prize in the Rule of Law recognizes individual(s) or institution(s) who have made significant contributions to the rule of law, reflected not only in the achievement of the candidate(s) in terms of the advancement of legal theory or practice, but also in the realization of the rule of law in contemporary societies through the influences or inspiration of the work of the candidate(s).

F. 2018 Tang Prize Laureates

Sustainable Development

The 2018 Tang Prize in Sustainable Development is awarded to James E. Hansen (USA) and Veerabhadran Ramanathan (USA), recognizing their pioneering work on climate change and its impact on the sustainability of the earth. Their works lay the scientific foundation for international actions such as the Paris Climate Agreement and the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Biopharmaceutical Science

The 2018 Tang Prize in Biopharmaceutical Science is jointly awarded to Tony Hunter (UK/USA), Brian J. Druker (USA) and John Mendelsohn (USA) for the discovery of protein tyrosine phosphorylation and tyrosine kinases as oncogenes, eventually leading to the successful development of targeted cancer therapies. Their work represents one of the most impactful discoveries in cancer research, which revolutionized our understanding of the oncogenic process and forever changed our outlook for cancer treatment.

Sinology

The 2018 Tang Prize in Sinology is jointly awarded to Stephen Owen (USA) and Yoshinobu Shiba (Japan).

Stephen Owen has been the single most important scholar of Chinese classical poetry in the late twentieth and early twenty-first centuries. A leading scholar on Tang poetry, he has also written widely in other literary fields, and has translated important writings in both prose and poetry. To this work, he brings not only penetrating Sinology, but also a breadth of comparative applications and theoretical sophistication that have made his scholarship unique worldwide.

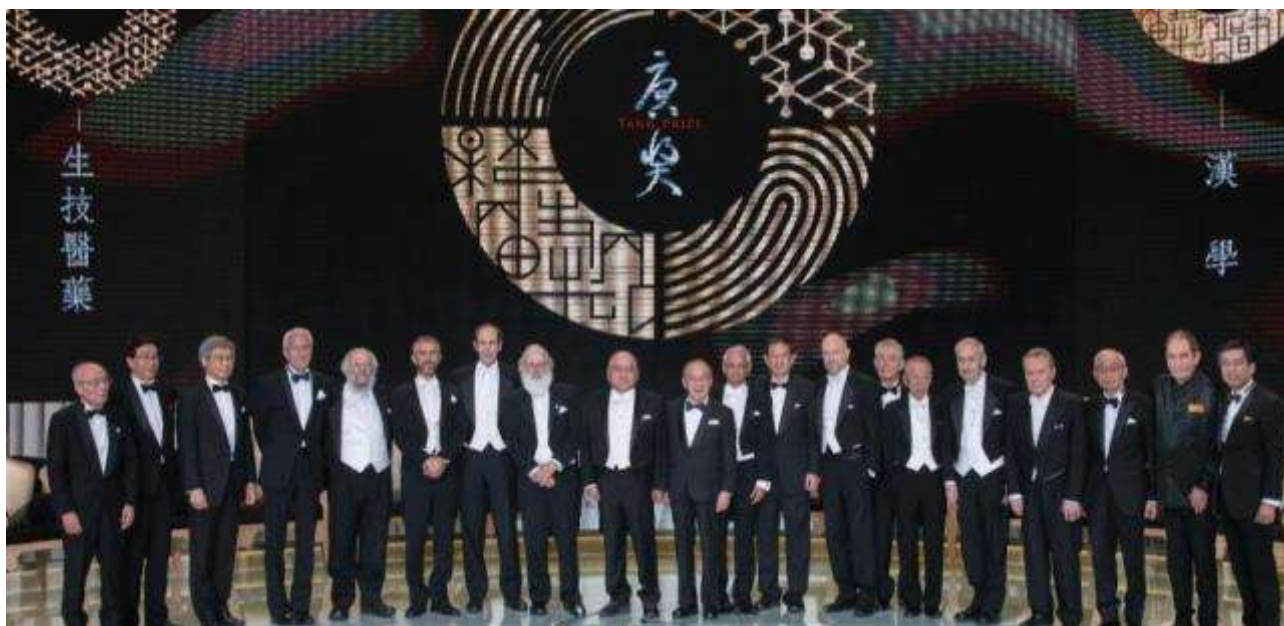
Yoshinobu Shiba has been the leading authority on Chinese social-economic history. He innovatively synthesizes the strengths of the Japanese Sinological tradition with that of the Western social sciences, while skillfully making use of a variety of Chinese primary sources, adeptly merging the distinctive fortes of these three academic traditions. His breakthrough insights in the study of Chinese history, particularly in Song studies, make him a foremost exemplar to emulate.

Rule of Law

The 2018 Tang Prize in Rule of Law is awarded to Joseph Raz (UK), one of the foremost legal philosophers of our time, for his path-breaking contributions to the rule of law, and for deepening our understanding of the very nature of law, legal reasoning, and the relationship between law, morality and freedom.

G. International Connections

Since its establishment, the Tang Prize has been making effort to collaborate with other important international organizations.



In 2015, the foundation signed a ten-year agreement with the Experimental Biology (EB), a multidisciplinary, scientific meeting taking place every year. Consequently, in 2015 and 2016, Dr. James A. Allison and Professor Tasuku Honjo, joint recipients of the inaugural Tang Prize in Biopharmaceutical Science, were invited to speak at EB's annual conference respectively, followed by two speeches delivered in 2017 and 2018 by Dr. Charpentier and Dr. Feng Zhang, the 2016 Tang Prize laureates in Biopharmaceutical Science, at this important international event of medical biotechnology. The lectures presented in 2017 and 2018 not only attracted more than 6,000 scholars and researchers from all over the world, but also stimulated further interactions between our laureates and the younger audience. In 2016, the Tang Prize Foundation also started its collaboration with the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) to organize events related to biopharmaceutics and biotechnology.

Winners of the Tang Prize continue to extend positive influence by participating in important international gatherings and symposia to share the fruits of their research. In 2017, Dr. Feng Zhang

was invited as the Tang Prize Foundation Speaker in the 2017 Congress of the Federation of European Biochemical Societies (FEBS) and Professor Honjo, who received his Nobel Prize in Physiology or Medicine in 2018, was invited to give the opening lecture in the 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (WCP), where Dr. Feng Zhang was also present as the Tang Prize Foundation Speaker. All the talks were extremely successful, spurring the world to focus more attention on scientific research. In addition, the inaugural Tang Prize laureate in Sustainable Development Dr. Gro Harlem Brundtland made a long journey to Taiwan in 2018 to attend two symposia co-organized by Academic Sinica and National Cheng Kung University, discussing the themes of the “Millennium Development Goals, (MDGs) and “Public Health and Environment in a Sustainable Society,” and sharing with Taiwan’s top scholars in the relevant fields how the international community has been working together to address these issues.

Medal & Diploma



The Tang Prize Medal was conceived by Japanese designer Naoto Fukasawa. Its spiral curves imply several levels of meaning, including the structure of DNA and the flight path of a dragon, in addition to speaking of the life force and the dynamism of movement. The medal appears as a flat, continuous circle when seen from above, while on the perpendicular plane the arms of the spiral never actually meet, but extend up and out to infinity, like history, growth, and life.

This design presents the cultural and philosophical image of the “rising dragon” and “descending dragon.” “Rising dragon” is a term that is used to express a state of increasing force, while “descending dragon” expresses the arrival of the dragon from above to protect the land below. In Buddhism, “rising dragon” is also a reference to the practice of supplication among monks on the path to enlightenment, while “descending dragon” also associates with the understanding that enlightenment is inherent in all living things.

The 2018 Tang Prize Diploma design has been commissioned to the world renowned Dutch book designer Irma Boom. Abstract and original, the diploma design is paper art in its simplicity, reflecting the philosophy of the Tang Prize. Vivid green, yellow, red, and blue represent the four prize categories, Sustainable Development, Biopharmaceutical Science, Sinology, and Rule of Law, respectively. The diploma celebrates the Tang Prize for its bold and independent spirit in the 21st century.

Boom's inspiration came from The Road Not Taken of the American poet, Robert Frost. Tang Prize laureates don't look for the obvious but step on the road not taken. They dare to think of the unthought-of and hence discover a new path. The four prize categories are folded into their own unique way, pointing to different directions that lead to greater diversity. Conventional A4 size paper is folded to break its regular outlines. This uncompromising irregularity shares its characteristics with the Tang Prize – thinking out of the box. The Tang Prize Diploma is encased, and the case opens like a door, unlocking a brand new world.

H. Closure

Established in Taiwan and having a global reach, the Tang Prize is concerned with issues unique to the 21st century, including climate change and sustainable development, human rights and social justice, breakthroughs in disease treatment, as well as Chinese studies’ functions in modern society. It emphasizes the importance of man’s relation with nature and celebrates great achievements in humanities, social sciences and biomedical technology. Ultimately, it aims to inspire everyone to envisage a brighter future and create a better world.



The Tang Prize Foundation

www.tang-prize.org

308 Bade Road, Section 2, 2nd Floor, Zhongshan Dist., Taipei 10492 Taiwan



Website



Facebook

ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ КЛЕТОЧНОГО ПУШНОГО ЗВЕРОВОДСТВА THE MAIN TRENDS OF CELLULAR FUR FARMING

**Балакирев Н.А.*, Новиков М.В.*,
Белгородский В.С.**, Андреева Е.Г.**, Гусева М.А.**
Balakirev N.A.*, Novikov M.V.*
Belgorodsky V.S.**, Andreeva E.G.**, Guseva M.A.****

**ФГБОУ ВО МГАВМ иБ – имени К.И. Скрябина г. Москва*

***Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва*

***The Kosygin State University of Russia, Moscow*

Аннотация:

- История, современное состояние отрасли клеточного пушного звероводства, основные тренды: – выполнение программы развития звероводства позволит сохранить отечественный генофонд;
- Создание кормовой базы, организация технологии кормопереработки и кормообеспечения, проведение модернизации, реконструкция;
- Разработка современной нормативной базы, проведение сертификации ферм с учетом новых требований, аукционная продажа шкур;
- Все эти тренды стоят перед Российским клеточным пушным звероводством, без решения которых отрасль не может полноценно развиваться.

Annotation:

- History, current state of the industry of cellular fur farming, the main trends – - implementation of the program of development of fur farming will preserve the domestic gene pool;
- Establishment of fodder, organization, technology cooperate and carmoisine, modernization, reconstruction;
- Development of modern regulatory framework, certification of farms with new requirements, auction sale of skins;
- All these trends are facing the Russian cellular fur farming, without which the industry can not fully develop.

Ключевые слова: звероводство, поголовье мех, основные тренды.

Key words: fur farming, livestock fur, main trends.

До революции Россия, являлась крупным экспортером пушно-меховых товаров. Всю пушнину получали от охотничьего промысла.

Клеточное пушное звероводство было организовано в 20^е годы прошлого столетия. Основным объектом разведения были лисица и енотовидная собака, в 30^е годы приступили к освоению норки, соболя и песца.

Уже в 60^е годы мы вышли в лидеры мирового пушно – мехового бизнеса, полностью обеспечивая потребность внутреннего рынка и поставок, излишек на мировой рынок. В 70–80^е годы зверосовхозы имели крупное поголовье (20–25 тыс. голов) основного стада. Рентабельность составляла 25–70%, звероводством занималось около 600 хозяйств разных форм (1).

За годы развития звероводства были разработаны и внедрены современные технологии, селекционные достижения, нормы кормления и кормовых затрат, разработаны вакцины против наиболее опасных заболеваний, методы диагностики и диагностикумы. При мировом производстве в 60 млн. шкур, СССР производил 16–18 млн. при этом Россия 8,5–12,5 млн. (2).

Объемы производства шкурок норки были до 35%, шкуркам лисиц и песцов до 60%, а по соболю 100% от мирового уровня.

Общее поголовье в 1990 г. было более 2,1 млн. голов, а объем производства пушнины составил 8,8 млн. Из которых 70% шкурок были поставлены на экспорт, на сумму более 300 млн. долларов США. За два последних десятилетия Россия утратила свои лидирующие позиции, мы первыми остались только в области соболеводства (3). Из общего количества зверохозяйств и ферм на 1 января 2019 г. осталось 40 зверохозяйств. Общее маточное поголовье в которых около 500 тыс. голов и произведено шкурок чуть более 2,0 млн. штук, это примерно 3% от общемирового объема.

Значительное сокращение объемов производства морально устаревшая производственно-техническая база, приводит к недополучению нашей страной финансовых ресурсов, одновременно при этом теряются рабочие места. Мех для российского потребителя - это роскошь, это теплая, экологически чистая меховая одежда, без которой во многих регионах обойтись сложно. В связи с чем теперь 60-70% меховой продукции поступает в Россию из других стран.

За последние пять лет в отрасли стабильно поддерживается уровень производства в объемах 2-2,5 млн. шкурок. Что нужно предпринять, чтобы выйти из затяжного кризисного состояния и повысить эффективность работы отрасли клеточного пушного звероводства:

- На уровне государства уделить внимание столь важной отрасли, источника валютных поступлений и теплой одежды.

Мы хотели иметь качественный мех, красивый мех, экологически чистый. Всем этим требованиям соответствует натуральный мех, никакие заменители не в состоянии с ним конкурировать.

Ведущие модельеры мира обращают свое внимание на натуральные меха, с ним делают различные манипуляции: красят, стригут, делают рельефную стрижку, выщипывают и т. д.

В настоящее время применяется технология изготовления меховых изделий в комбинации с другими материалами. В современном обществе мех, изделия из меха являются символами престижа, мех стали носить круглый год не зависимо от погоды.

- Увеличить численность маточного поголовья с 500 тыс. до 1,0–1,2 млн. голов; при этом обеспечить оптимальную видовую и породную структуру поголовья, соответствующую потребностям российского пушно-мехового рынка и улучшить качество.

Для улучшения породного состава клеточных пушных зверей в последние годы в хозяйствах проводится большая работа. Учитывая спрос на рынках на ту или иную продукцию, в частности в норководстве, востребована сегодня коротковолосая норка, по импорту завезено достаточно большое количество племенного молодняка.

- Племенная база пушного звероводства представлена 28 племенными организациями, расположенными в 14 регионах страны: норки 27 пород и типов в т. ч. 17 пород, (4) два породных типа утверждены за последние годы (черный хрусталь, снежный топаз), песца – 5, лисицы – 11, соболя – 3, енотовидной собаки – 1, шиншилла – 1. Благодаря творческой работе селекционеров в отрасли за последние годы создали и утвердили 10 пород и породных типов.

Шкурки клеточных пушных зверей в своем большинстве, крупного размера, хорошего качества. Вполне конкурентоспособны, в том числе и на международных аукционах.

- Проблема кормления и кормообеспечения отрасли стоит крайне остро. Значительную долю в рационах зверей занимают отходы от переработки продуктов животного происхождения не предназначенных для употребления в пищу людям. Конкурентами здесь выступают производители кормов для собак и кошек.

Птичьи субпродукты, которые за рубежом являются основным кормом, источником животного белка в России, на фермы поступают в небольшом количестве в связи с их глубокой переработкой в отрасли птицеводства. И скормливается птице, что в странах Евросоюза запрещено постановлением Совета Европы от 3 октября 2002 г. №1774 (5).

Для снижения себестоимости продукции, мы должны располагать дешевыми отечественными кормами, изменить технологию кормоприготовления по примеру

Скандинавских стран, применить средства механизации и автоматизации при кормоприготовлении, раздаче кормов и поении.

Применяемые в настоящее время технологии кормоприготовления, также морально устарели, они трудоемки, с низкой производительностью.

Современное оборудование кормокухонь, холодильников, корморазвозящих машин в России не производится, закупаются за рубежом.

- Цеха и оборудования по первичной обработке пушнины отечественного производства низкого качества, современное оборудование, станки для съема шкурок, обезжиривания и другим операциям, завозятся из других стран (Дания, Финляндия). Программой развития звероводства предусмотрена до 2020 г., приобретение свыше 300 кормораздатчиков, десятки оборудования кормокухонь, ежегодно реконструировать по 10% мощностей по первичной обработке пушнины, в т.ч. оборудования для сушки шкурок волосом наружу (Российские технологии сушка волосом внутрь).

- Основные производственные фонды физически и морально устарели. Степень изношенности достигает более 70%, что обуславливает высокую себестоимость производства продукции и связанный с ней уровень текущих затрат.

В связи, с чем в хозяйствах проводится модернизация, реконструкция ферм и других объектов, используемых в технологии разведения пушных зверей. До 2020 г. планируется реконструировать свыше 1,5 тыс. шедов и более 2 млн. зверомест.

- Во многих странах мира развито фермерское звероводство. Для России в настоящее время развитие фермерства в пушном звероводстве чрезвычайно актуально, т.к. строительство и обслуживание крупных звероводческих хозяйств, оснащенных собственными холодильниками, кормокухнями, убойными пунктами требует огромных капиталовложений.

- Необходимо обратить внимание на развитие в России, аукционной продаже продукции звероводства. Мировая практика показывает, что более 90% продукции реализуется через международные пушные аукционы, что позволяет формировать крупные партии пушнины нужного размера и качества.

В России на аукционах реализуется 10-15% производимой продукции, лидирует здесь соболь, шкурки которого реализуют более 90% через аукционы.

- Актуальной в настоящее время стала проблема чипирования сырья и меховых изделий.

С 2016 г. вся продукция звероводства должна быть чипирована.

Проблема, требующая срочного решения – разработка нормативной документации, которая не пересматривалась с 80 годов прошлого столетия.

- В связи с перепроизводством клеточной пушнины в мире, особенно в Китае, возникшими трудностями с защитниками прав животных, отказом многих мировых брендов от использования пушнины для пошива изделий (Gucci, Versace, Armani, Kenzo и др.), широким обсуждением вопросов запрета продаж меховых изделий, запрета звероводства в некоторых странах (Норвегии, Польше). Международная меховая федерация (IFF) по согласованию с национальными ассоциациями и пушно-меховыми аукционами выработали основные приоритеты своей деятельности на ближайшие годы, одним из глобальных проектов стал проект EURMARK - это программа, осуществляющая надзор за проектами сертификации и отслеживаемости в звероводстве и пушном промысле в различных регионах меховой федерации.

Она призвана поддерживать высочайшие стандарты защиты окружающей среды и гуманного обращения с животными в отрасли звероводства.

Правление IFF совместно с аукционами приняло решение, - начиная с 2020 г. на торгах международных аукционов будет продаваться только сертифицированная пушнина. Сейчас в Европе разработаны требования по сертификации, обучены эксперты, приступили к сертификации, в США также приступили к сертификации. По заданию Российского пушно-мехового союза коллектив авторов Балакирев Н.А. и др. (2018) разработали правила

содержания клеточных пушных зверей, в зверохозяйствах России, регламент, протокол благополучия зверей в хозяйстве для использования при проведении сертификации ферм (6). В 2019 г. сертификация ферм началась с выдачи сертификата соответствия, без которого шкурки не будут приниматься на международных аукцион.

Заключение

Таким образом, перед Российским клеточным пушным звероводством стоит комплекс проблем, без решения которых отрасль не может эффективно развиваться в соответствии с требованиями времени.

Реализация всего комплекса намеченных трендов позволяет звероведам России в течение короткого времени расширить количество звероферм и поголовье в них до 1,5 млн. голов, наполнив их современным оборудованием, станками, системами кормоприготовления и поения. Выйти на уровень производства шкурок в 7,5 млн. или почти на 100% обеспечения потребности населения России в экологически чистой и теплой продукции.

Список литературы

1. Балакирев Н.А. Перспективы развития отрасли звероводства России. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018, №5, с. 54-57;
2. Балакирев Н.А. Пособие по содержанию и разведению клеточных пушных зверей в современных условиях (Научно обоснованные правила) / Балакирев Н.А., Тинаева Е.А., Демина Т.М., Федорова О.И., Шумилина Н.Н., Гусельникова А.А. М., И.Д. Научная библиотека 2018, 72 с.;
3. Балакирев Н.А. Соболеводство – лидер клеточного пушного звероводства России/ Балакирев Н.А., Трапезов О.В. Ветеринария, зоотехния и биотехнология, 2018, №9, с.66-71;
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 2. Породы животных. М.: ФГБОУ “Роинформагротех”, 2017 – 168с.;
5. Балакирев Н.А. Проблемы кормления пушных зверей и пути их решения// Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011, №3.

УДК 620.9

ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ - ОЦЕНКА BIOMASS ENERGY – AN ASSESSMENT

Duu-Jong Lee

Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 10617

Abstract: The current status of biomass energy processing and sectors is briefly reviewed. Various assessment protocols for considering the feasibility of using biomass as energy source is discussed.

Background

Biomass is composed of various sources, including agricultural residue, animal manure, domestic waste, food waste, forest residue, and energy plants. The quantities of biomass are huge, the end-products of photosynthesis, for instance, the crop residue is contributed by wheat straw with 500 M tons/yr, rice straw 450 M tons/yr, and corn stover 700 M tons/yr, with China, India, Russia, and Canada being the major producers. The energy-producing microorganisms include the methanogens for methane production, acid producing bacteria for hydrogen and acid production, and yeast for ethanol production.

Biomass energy is in the form of solid (refuse-derived fuel), liquid (bioethanol and biodiesel), and gas (hydrogen, methane, and gasified gas). Direct use of residue as solid fuel can be realized using direct firing power plants, with most in operation in the USA. The other biomass stocks for energy use can be classified into the first generation biofuel (biodegradable feedstock) and the

second generation biofuel (non-degradable). The major biofuel products include biomethane, the only one economically feasible biofuel to recovery energy from waste which have more than 2500 installations worldwide, principally in Europe, with 30 increase per year now; bioethanol, the products after yeast fermentation and separation, with USA and Basil being the largest two producers; biodiesel, with major producers in Europe, the product of transesterification of lipids with alcohol; biohydrogen, an intermediate for acid-producing fermentation of waste; and bioelectrochemical electricity generated by electrogens with substrate oxidation and electron release. One hot research topic is to cultivate microalgae as bioenergy feedstocks, cine the microalgae can be cultivated with no competition with food and can have 2-3 orders of magnitude growth rates than higher plants, giving huge advantage for developing microalgae as biofuel production and CO₂ fixation platform.

The central question is, if biomass energy is so promising then why the fossil fuel is still the major energy sources for modern society?

Assessment

The conventional chemical industry process assessment is first to define the system of interests, can be a processing unit or the entire plant, then to perform energy and mass balances, reaction kinetics and thermodynamics, associated with the life-cycle analysis for environmental impacts, for the operational feasibility and economy of the studied system. However, the biomass energy business is not the case. Since biomass is produced as a waste of other sectors, such as farms or forestry fields, the productivity and quality of feedstock vary over seasons and locations. To put the biomass refinery product to market, the supply stage (cultivation, harvesting/collection and transportation), conversion stage (biochemical or thermochemical), post processing stage (separation, purification, recycling), storage and distribution, and the sale end, should be considered as part of the system. Additionally, the social impacts of the proposed biorefinery plant/products need justification. Restated, the biomass biorefinery assessment is generally beyond the boundary of conventional chemical industry boundary. This aspect makes the assessment of biorefinery processes/sectors with highly uncertain inputs.

The ways of assessment of a process/sector can be roughly classified into three categories: the system entropy is increased, unchanged or decreased with time. Typical models for these three categories are the second law of thermodynamics (Clausius school), conservation law of momentum (Newton school), and the evolution theory (Darwin school), respectively. Typical Newton school assessment is implemented by search on Web of Science database on “topic=biorefinery” on 2019.Jul.13 revealed a total of 5668 publications that received 130,674 citations, giving an average citation number of 23.05, much higher than that for all engineering papers (ca. 5). On average the paper number was increased by 115 per year in the past decade, suggesting that the research on biomass utilization technologies is still very aggressive. On literature cluster analysis these published articles can be grouped into two major groups: gasification including pyrolysis and biogas. Such an observation correlates with the general knowledge that the two principal conversion platforms for biomass energy processes are thermochemical and biochemical platform. The cluster analysis of the papers based on end products categories shows that the feedstocks used were shifted from starch, sugar, corn (the first generation feedstock) during 2001-2008, to lignocellulosic materials (the second generation feedstock) during 2008-2013, to microalgae (or called the third generation feedstock) after 2014. The conventional process analysis practice (including life-cycle analysis) and the process synthesis protocols for industries also belong to this school.

Since a biorefinery plant needs biomass feedstocks, which may be supplied by contractors (farmers) surrounding the plant, and since the crops are harvested at fixed time period of the year, the value-as-risk assessment acquiring the maximum profits for both the plant and the contractors is required. The transportation can be the cost barrier for making a successful biorefinery business. The locations of feedstock suppliers and the biofuel end-users determine the optimal location for the biorefinery plant, which can be determined using the optimization-based supply chain analysis. A full analysis on all components that make up a business, including land, utilities, labors, feedstock, chemicals, waste disposal, local logistics and local policies, is assessed since the competition of all

resources occurs amongst all sectors in a modern society. The general equilibrium model considering biorefinery process/sector can be applied to have a full vision on the feasibility of establishing a biorefinery plant under certain surroundings.

In general, thermodynamic analysis can provide information on whether the proposed process/sector is possibly implemented. For instance, the whole process from biomass photosynthesis to full combustion to energy can be described by 48h W. The average sunlight to the ground of Taiwan can be taken as 240 W/m^2 and consider the max efficiency of photosynthesis of 10%, Taiwan has arable land of 793000 ha with 80% of which can be used for real crop cultivation. The arable land can feed six times of Taiwan's people but can only fuel 3.5% of its existing petro-cars. Instead, if the electric cars are used the upper limit for biomass energy supply of Taiwan can fulfill the needs of 46 000 electric cars for whole Taiwan. Similar assessment protocol can be applied to different region/country, considering the overall entropy extracted by the sun is around $6 \times 10^{14} \text{ W/K}$, with about 0.1% of which presenting the upper limit for any efforts put to renewable energy can be extracted from earth.

A comment can be made on why the fossil fuel is still predominating in energy sectors although the biomass energy is so promising alternative. The fossil fuel is a low entropy, high enthalpy energy source, considering the highly concentrated crude well or coal mine to be explored and the high heat values of the extracted products. Conversely, the biomass energy is a high entropy, low enthalpy energy source, particularly on the expensive harvesting and conversion processes. Restated, the biomass energy (and also all other renewable energy sources) cannot compete with the fossil fuels based on their free energy levels at feedstock stage. However, niche can be noted in terms of exergy analysis. The niche is noticeable if the ways of exergy destruction rate can be minimized and/or energy gain can be maximized. For instance, the America First Energy Plan proposed by Trump Administration in 2018 dramatically increase the use of shale and coal sources, which shifts the petrochemical industries from naphtha to natural gas based production scenarios. This shift also leads to the shortage of aromatics in the chemical markets. This shortage is the lifebuoy for crude-based industries, and also the possible niche for biomass refinery industries. Consider the complete benzene rings in the redundant lignin waste, the cheap and available lignocellulosic materials can be the exergy gain for the bioenergy processes/sectors, making the entire network economically feasible.

About the author: Professor Duu-Jong Lee is a Chair Professor of National Taiwan University and National Chair of Ministry of Education, ROC. Prof. Lee was the President of Taiwan Institute of Chemical Engineers and Vice President of National Taiwan University of Science and Technology. He has 865 SCI papers published with more than 23000 citations (WoS h value of 68), 12 patents, and four field applications of his inventions. Dr. Lee is associated with journal Bioresource Technology, Applied Energy, and a new journal Bioresource Technology Reports by Elsevier.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЗАГОТОВКИ И СЕРТИФИКАЦИИ ШЕРСТИ НА
ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ
NATIONAL WOOL HARVESTING AND CERTIFICATION SYSTEM BASED ON
INSTRUMENTAL ASSESSMENT METHODS**

**Дунин Иван Михайлович, Разумеев Константин Эдуардович
Dunin Ivan Mikhailovich, Razumeev Konstantin Eduardovich**

ФГНУ «ВНИИПлем»

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow*

В Российской Федерации ежегодно производится 55-57 тыс. тонн немытой шерсти, заготавливаемой по результатам стрижки и классировки более 22 млн. голов овец, относящихся к 35 различным породам или породным типам, либо являющихся помесными. В крупных сельхозпредприятиях России численность поголовья по данным на 01.01.2019 не превышала 4 млн. голов [1-2].

Поголовье чистопородных овец в хозяйствах Российской Федерации дает существенно более качественную продукцию, однако, численность такого поголовья не превышает 1,1 млн. голов (около 5% от общего поголовья). В связи с этим актуальной проблемой является объективное определение основных качественных показателей немытой шерсти (тонины, % содержания растительных примесей, выхода, средней длины и прочности штапелей шерсти), которые оказывают существенное влияние не только на цену, но и на ассортиментные возможности вырабатываемой из шерсти продукции предприятий текстильной промышленности (пряжа, ткани, трикотаж, швейные изделия и др.).

Известно, что наиболее дефицитным видом сырья для предприятий шерстяной промышленности является тонкая (мериносковая и помесная) шерсть, объемы производства которой в Российской Федерации в последние годы уменьшались и составляют в 2018-2019 гг. около 15 тыс. тонн.

Мировая практика определения качества шерсти давно пришла к необходимости сертификации шерсти в нейтральных, международно признанных лабораториях, обладающих необходимыми приборами для инструментальной оценки шерсти и обученными кадрами для ее обеспечения. В ряде стран мира, где имеются многолетние традиции производства шерсти такие лаборатории созданы более 30 лет назад, они регулярно проходят межлабораторные (поверочные, калибровочные) испытания, подтверждают свою объективность [3-5].

Многолетние массивы данных таких лабораторий являются весьма ценным научным ресурсом, позволяют не только заниматься проектированием свойств продукции из шерсти, но и вести научно-обоснованную оценку шерсти различных пород и породных типов овец, некоторые данные такого рода уже приводились в международных и отечественных источниках [6-9].

В Российской Федерации первая такого уровня лаборатория появилась в начале 2019 года, находится в ведении ФГНУ «ВНИИПлем», все оборудование соответствует международным требованиям, используемые процедуры сертификации – соответствуют международным нормативным документам, утвержденным организацией IWTO (International Wool Textile Organisation).

Деятельность такой лаборатории должна опираться на формируемую сеть региональных центров, где не только ведется массовая заготовка шерсти, но и производится квалифицированный отбор всех необходимых проб немытой шерсти.

На первом этапе, наиболее вероятно, создание 4 крупных (региональных) центров по отбору образцов шерсти в местах ее массового производства, причем каждый из центров может обслуживать территорию федерального округа: Северо-Кавказского, Южного, Сибирского и Приволжского – в них сосредоточено подавляющее большинство овцеводческих хозяйств России.

На втором этапе, по мере развития сети центров, можно ожидать их появления примерно в 10-12 субъектах Российской Федерации, однако, форсировать этот процесс нет необходимости, главное добиться максимально высокого уровня оснащенности каждого такого центра (пункта) необходимым набором оборудования и надлежаще подготовленными кадрами для выполнения работы. Примерный перечень мест размещения содержится в табл. 1 ранее опубликованной статьи [10].

По нашему убеждению, наиболее эффективным началом формирования национальной системы и сети региональных центров было бы принятие решения о создании первого такого центра в одном из областных центров Южного или Северо-Кавказского федеральных округов. Именно там имеется вся совокупность необходимых условий для размещения и успешного функционирования: большие объемы производства тонкой шерсти, инфраструктура (коммуникации, помещения и др.), кадры.

Важным элементом национальной системы заготовки и сертификации шерсти должны стать и современные центры биржевой или аукционной реализации отечественной шерсти, опирающиеся в предварительной оценке на данные сертификатов на каждый лот немытой шерсти [3-4, 11-12].

Мировая практика позволяет сделать вывод: национальная система заготовки и сертификации шерсти может стать эффективной только при ее одобрении всеми секторами шерстяного комплекса Российской Федерации [13].

Список литературы

1. Ежегодник по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). Под редакцией академика РАН И.М. Дунина – Издательство ВНИИПлем. – 2019.
2. Овцеводство и козоводство Российской Федерации в цифрах. Справочник подготовлен под руководством Президента Национального союза овцеводов, академика РАН Х.А. Амерханова. – Ставрополь, 2018. – 112 с.
3. Разумеев К.Э. Классификация, стандартизация и сертификация шерсти – в России и за рубежом. – ж. «Стандарты и качество». – 1998, №4. – с. 30-32.
4. Разумеев К.Э. Производство и методы продажи шерсти. – ж. «Овцы, козы, шерстяное дело». – 1999, №1. – с. 4-7.
5. Разумеев К.Э. Межлабораторные испытания, проводимые международной организацией Interwoollabs. – ж. «Партнеры и конкуренты». – 2000, №1. – с. 34-36.
6. Final Report TEAM Project. 1981-1984, Australian Wool Corporation. – Melbourne, January 1985. – 84 pp.
7. TEAM-3 Processing Trial – May 2003 Update by TEAM-3 Steering Committee. – International Wool Textile Organisation, Buenos Aires Congress, May 2003. – 14 pp.
8. Разумеев К.Э. Сырье для предприятий шерстяной отрасли промышленности. Конспект лекций (учебное пособие), 2-е издание, МГТУ им. А.Н. Косыгина. – 2003. – 205 с.
9. Разумеев К.Э. Сравнительная оценка пород овец на пригодность их шерсти для текстильной промышленности. – Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы увеличения производства продуктов животноводства и пути их решения. – Дубровицы: ВНИИЖ, 2008. – Вып. 64, 535 с. – с. 45-46.
10. Амерханов Х.А., Мороз В.А., Разумеев К.Э. К вопросу о национальной системе сертификации шерсти. – ж. «Текстильная и легкая промышленность». – 2018, №3-4. – с. 16-17.

11. Разумеев К.Э. Современные методы инструментального определения свойств шерстяного волокна. – ж. «Текстильная промышленность. Научный альманах». – 2005, №1-2. – с. 12-19.

12. Разумеев К.Э., Пашин Е.Л., Плеханов А.Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья. – М.: АНОО ВПО «ОГИ», 2013. – 375 с.

13. Разумеев К.Э. Мировой шерстяной комплекс: современное состояние и динамика развития в конце XX и начале XXI века. – ж. «Текстильная и легкая промышленность». – 2018, №3-4. – с. 12-15.

УДК 666.193.2

**НЕПРЕРЫВНОЕ БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ
ШИРОКОМАСШТАБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЗА 40 ЛЕТ
CONTINUOUS BASALT FIBER AND PROSPECTS FOR THEIR WIDERREAD USE.
RESEARCH RESULTS FOR 40 YEARS**

Гигинейшвили Джони Ясонович*, Кристесяшвили Елина Ношревановна
Gigineishvili Jhoni Iasonovich*, Kristesiashvili Elina Noshrevanovna****

**ООО «ПРОГРЕСИ», Грузия, Тбилиси
LTD “PROGRESI”, Georgia, Tbilisi,
(e-mail: johnigig@gmail.com)*

***Грузинский Технический Университет (ГТУ), Грузия, Тбилиси
Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi,
(e.kristesiashvili@gtu.ge)*

Аннотация: Большинство базальтовых карьеров Грузии пригодные для производства разных типов непрерывных базальтовых волокон, материалов для тепло и звукоизоляции, базальтовой чешуи и других современных и очень нуждающихся материалов для промышленности и строительства. Приведены некоторые аспекты истории получения непрерывного базальтового волокна (НБВ) и технология, область их применения, результаты экспериментальных исследований для создания разных типов изделий для их производства, на основе применения базальтового волокна, полученного из базальтовых карьеров Грузии. Приведены также и результаты исследований по созданию конструкционных материалов (базальтопластиков) и предварительно напряженных бетонных элементов на основе применения базальтопластиковой арматуры и базальтовых фибр разной толщины.

Abstract: Most of Georgia's basalt quarries are suitable for the production of various types of continuous basalt fibers, materials for heat and sound insulation, basalt scales and other modern and very needy materials for industry and construction. Some aspects of the history of continuous basalt fiber (CBF) production and technology, the area of their application, the results of experimental studies to create different types of products for their production, based on the use of basalt fiber obtained from Georgia's basalt quarries, are presented. The results of studies on the creation of structural materials (basalt plastics) and prestressed concrete elements based on the use of basalt plastic reinforcement and basalt fibers of different thickness are also given.

Ключевые слова: базальт, базальтовые карьеры Грузии, непрерывное базальтовое волокно (НБВ), композиционный материал, базальтопластиковая арматура, напрягающие цементы НЦ-20, базальтопластиковые профильные изделия, экспериментальные исследования, новая отрасль экономически.

Keywords: basalt, basalt quarries of Georgia, continuous basalt fiber (NBV), composite material, basalt-plastic fittings, straining NTs-20 cements, basalt plastic products, experimental studies, new branch economically.

1. Введение

Строение базальта занимает умы людей последние пару веков – с тех самых пор, как в 1822 году американские геологи на Гавайских островах в вулканических пещерах обнаружили странную субстанцию, напоминающую человеческие волосы, – стеклянные нити длиной до двух метров. Странную находку назвали «волосы Пеле», по имени гавайской богини огня.

Почти целый век спустя похожие «волосы» нашли русские исследователи на Камчатке. Волокна не впитывали воду, не горели, не смачивались водой, при этом были очень гибкие и упругие. Развитие приборной базы и химической науки того времени (уже появилась таблица Менделеева) позволило сделать заключение о том, что эти «волосы» состоят из камня. Было доказано, что волокна образуются при прохождении вулканических газов сквозь лавовый расплав.

Идея производить из него волокно пришла французу Полу Де, который получил патент на своё изобретение в 1923 году в США. Особого ажиотажа изобретение в то время не вызвало, а катализатором для активных разработок в этой сфере стал период Холодной войны в 60^{-х} годах прошлого века. Под грифом секретности США и СССР начали исследовать свойства и возможности применения базальтовых волокон. В первую очередь, конечно, для военно-промышленных комплексов и космоса.

Получение непрерывного волокна из расплава базальтов Марнеульского карьера Грузии в Киеве в лаборатории «НИЛБВИ», под руководством Д. Джигириса и М. Маховой дали толчок для производства базальтовых непрерывных волокон (БНВ), а также конструкционных и других композиционных материалов нового поколения во всём мире.

2. Начало новой эры применения базальтового камня

В 1974 году в СССР было организовано научное подразделение в г. Киеве, которое должно было заниматься только базальтовыми технологиями и оборудованием для производства разных типов базальтового волокна – Научно-исследовательская лаборатория базальтового волокна и изделий «НИЛБВИ». Возглавили лабораторию патриоты базальтов Дмитрий Джигирис и Мария Махова. Лаборатория занималась научными и практическими работами по базальтовым супертонким и тонким волокнам и материалами на их основе. Одним из основных направлений работы была разработка технологий и оборудования базальтового непрерывного волокна, БНВ (Базальтовое непрерывное волокно – это нить практически бесконечной длины). Разрабатываемые «НИЛБВИ» научно-технические решения не имели аналогов в мире. Но прежде чем базальт стал исходным сырьем для широкой номенклатуры уникальной продукции, потребовались годы творческого поиска группы энтузиастов – кандидатов технических наук Д. Джигириса, О. Тутакова, М. Маховой, Я. Харитона, В.П. Сергеева и многих других [1-2].

Первые образцы базальтового непрерывного волокна (БНВ), было получено в Киеве на основе базальтов Марнеульского карьера Грузии. Было доказано, что из расплавов этих пород базальта в определённом температурном интервале формируются утолщенные, грубые, микротонкие и супертонкие непрерывные волокна.

Полученные в СССР позитивные результаты плавления базальта в ваннах печах при производстве базальтовых супертонких волокон (БСТВ) с использованием фильерных питателей легли в основу проведения исследований и разработки технологии изготовления базальтового непрерывного волокна (БНВ) одностадийным способом.

В СССР разработка конструктивных элементов с применением базальтового волокна для нужд военной промышленности и для космоса велась непрерывно, а для нужд строительства с заметным отставанием. Научно-исследовательский институт НИИСК

в г. Киеве, по заданию Госстроя СССР, начиная с 1987г. начал создавать новый композиционный материал – базальтофибробетон.

Однако, еще раньше, начиная 1979 и-т КиевЗНИИЭП по инициативе автора данной статьи, под руководством к.т.н. М.М.Акуленко, начались исследования с целью создания предварительно напряженных бетонных конструкций, армированных с применением базальтопластиковой арматурой. Из-за полного отсутствия финансирования по данной тематике *(все теоретические и экспериментальные исследования проводились за свой счет)* работа с конца 1984 г. было продолжено в Киевский Инженерно-строительный Институт (КИСИ), под руководством д.т.н., проф. Ю.В.Верюжского.

Варьируя материал связующего и наполнителя, на основе базальтового волокна можно получить продукты с максимально подходящими для конкретного применения и свойствами, в связи с тем, что для армирования бетонов с применением базальтопластиковой арматурой необходима высокая прочность армирующих стержней при большом числе циклов растяжения сжатия или изгиба, и подбору таких материалов в сочетании с бетоном предавались особое значение. Проводились исследования с целью выявления взаимодействия цементного камня и базальтового волокна, выявление областей эффективных бетонных конструкций, армированных базальтопластиковой арматурой. На первом этапе для создания предварительного напряжения в бетонных балках, был создан специальный стенд. На следующем этапе, для создания предварительного напряжения мы применяли быстротвердеющее и быстротвердеющее напрягающие цементы НЦ-20, что позволило получить предварительно напряженные конструкции, без применения домкратов и других механизмов [4-17].

Необходимо отметить, что НЦ марки 20 (ГОСТ 101785, «Б» – быстротвердеющий состав) является цементом, полностью компенсирующим усадку бетона и создающим предварительные напряжения в конструкциях. Показатели расширения и прочность на растяжение выше, чем у растворов на основе обычного портландцемента. Давление воды, выдерживаемое бетоном с добавлением НЦ 20, может достигать 20 атмосфер, морозостойкость – до 1500 циклов.

Эффект предварительного напряжения бетонных балок армированных БПА должен наступить вследствие расширения бетонной смеси, однако каковы будут коэффициенты сцепления и эффект предварительно-напряженных бетонных элементов конструкций и др. характеристик при совместной работе, до этого момента прежде никем не проводились.

Проведенные многочисленные исследования подтвердили, что прилипание бетона к БПА меньше, чем прилипание бетона к стальной арматуре. Поэтому фактору зацепления при сцеплении БПА арматуры с бетоном должна отводиться еще большая роль и внимание, чем при сцеплении с бетоном стальной арматуры. В связи с этим и были проведены многочисленные исследования. См. Рис.1 и 2.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены параметры эффективной по сцеплению с бетоном профили базальтопластиковой арматуры. Таким профилем базальто-пластиковой арматуры Ф4-8 мм является профиль, созданий стеклонитью НС-75/6 (мы заменили стеклонити базальтовым волокном) при навивке ее на сердечник с шагом 2,2 мм и усилием нити 0,1-0,2 кгс.

Экспериментально установлено, как влияет на распределение напряжений вдоль контактной линии базальтопластиковой арматуры без оплеточной нити и с применением оплеточной нити с разным шагом. Изменение глубины вмятин при увеличении шага оплеточной нити приведена на рисунках 1 и 2. Нами было установлено, что наличие оплеточной нити и вмятин на поверхности БПА, намного увеличивает сцепление базальтопластиковой арматуры с бетоном, а позже получено, что увеличение составляет в 4-5 раз.

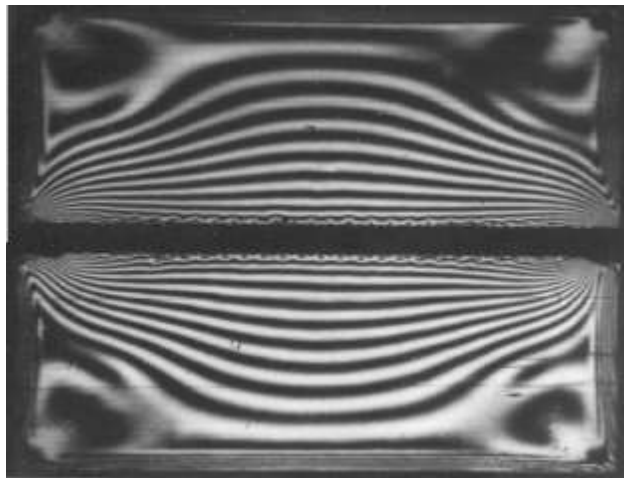
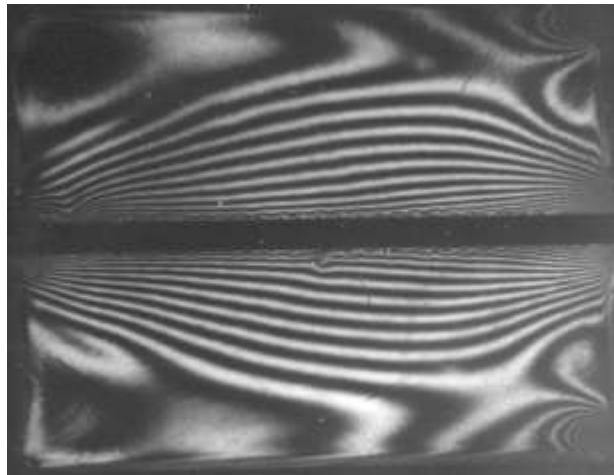


Рис. 1 и 2. Результат экспериментального исследования: распределение контактных напряжений вдоль контактной линии БПА при усадке и при расширении цементов (в данном эксперименте БПА с оплеточной нитью). На рисунке хорошо видно существенная концентрация напряжений на поверхности БП арматуры, по сравнению предыдущим экспериментом (Исследования проводились в закрытой лаборатории завода «БОЛЬШЕВИК» 1988 г.)



Рис. 3. Все изделия (кроме тканей), представленные на рисунке, изготовлены в лабораторных условиях на основании патентов ООО «ПРОГРЕСИ» 2002-2007 гг. в г.Тбилиси (под руководством Джони Гигнейшвили и Юза Мгалоблишвили). На фото катушка с непрерывным базальтовым волокном и ткани из стекла и базальтового волокна, изготовленные в 1992 году в г. Киеве

Несмотря на проблемы, связанные с распадом СССР и продолжением научно-исследовательских и экспериментальных работ в данном направлении, теоретические и экспериментальные исследования были продолжены в Тбилиси и нами получены базальтопластиковые профильные изделия, как методом пултрузии (непрерывной протяжки), так и прессованием, и нам удалось создать новые конструкционные элементы не имеющих аналогов (см. Рис. 3).

Мы надеемся, что производство строительных материалов, как и строительный процесс в целом, в конечном итоге выйдут на необходимый уровень применения конструкций с предварительно-напряженных бетонных элементов на основе применения БПА. Нет сомнений, что развитие производства предварительно напряженного бетона с применением напрягающих цементов необходимо для дальнейшего совершенствования капитального строительства как одной из важнейших отраслей страны.

Выводы

1. Благодаря неустанному труду учёных из Киева, родилась новая отрасль экономически целесообразная, практически необходимая, технически прогрессивная, не имеющая аналогов в мире того времени. Технология проста, запасы базальта только в одной Грузии оценивается в несколько десятков миллионов тонн, первосортного базальта для производства разных материалов и изделий, нужных в современном мире от подводного до космического корабля и его необходимо использовать как на благо государства, так и всего человечества.

2. Использование напрягающего цемента с малой энергией расширения для создания преднапряженных конструкций нужно считать малоэффективным, т.к. разрушение балок происходит до достижения предельных значений в базальтопластиковой арматуре, наиболее целесообразным могут быть применение напрягающих цементов НЦ-40, или выше в сочетании с базальтофибробетоном;

3. Благодаря высоким физико-механическим и химическим свойствам базальтовое волокно и базальтопластик может широко использоваться в качестве конструкционного материала в авиационной, медицинской, строительной, машиностроительной, приборостроительной, химической, металлургической, автомобильной промышленности и других отраслях народного хозяйства для производства широкого ассортимента новых и современных конструкционных материалов, как на земле, так и для космоса.

Список литературы

1. М. Ф. Горобинская В.Д., Бомбырь Л.Н. Базальтовое непрерывное волокно // Стекло и керамика, 1983 № 9. – С. 14–16 с.

2. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. Монография. - М.: Теплоэнергетик, 2002, 416 с.

3. Михайлов В.В.; Литвер С.Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. Издательство: М.: Стройиздат. 1974. 312 с,

4. Д.Я. Гигинейшвили. Численно-аналитический метод потенциала для расчета конструкций из композиционных материалов с учетом разрушений. Теоретична и приложна механика. У1 национальный конгресс по теоретической и приложна механика. Варна – 1989. София; БАН, 1990. Книга 2, 35-38 с.

5. Д. Я. Гигинейшвили, Ю.В. Верюжский и др. Стыковое соединение железобетонных конструкций с неметаллической арматурой. Авторское свидетельство СССР. М. 198 с. Приоритет изобретения от 19.11.1990.

6. Д. Я. Гигинейшвили, Ю.В. Верюжский, А.Н. Снитко. Особенности распределения напряженной по длине анкеровки стекла и базальтопластиковой арматуры с конструкционных материалах. тезисы докладов на УП всесоюзной конференции по механике полимерных и композитных материалов. Рига, 1990.

7. Гигинейшвили Дж.Я. и др. Стыковое соединение неметаллической арматуры без сварки. а. №1830405. 1990.
8. Д.Я. Гигинейшвили, Ю.В. Верюжский. Проектирование быстровозводимых зданий и сооружений в горных районах. IDEEA ONE. First International Design for Extreme Environment Assembly. Houston. Oktober 1991. USA.
9. Д.Я. Гигинейшвили, Д.М. Джалагония. Результаты исследований бетонных конструкций, армированных неметаллической арматурой. Журнал «Строительные материалы и изделия» № 3 1994 г. Орган Грузинского научно-исследовательского института строительных материалов им. К.С.Кутутеладзе. 4-9 с.
10. Дж. Гигинейшвили, Ю. Мгалоблишвили. Технологическая линия производства базальтопластиковой и других видов композитной арматуры. патент. № P2185.Тбилиси. 1999.
11. Гигинейшвили Дж.Я. Применение базальтового волокна для армирования бетонных элементов конструкций и перспективы их применения для сейсмостойкого строительства. ТбилЗНИИЭП. Международный симпозиум. Тезисы докладов. Тбилиси 19-21.05.1999. 40-45 с.
12. Д.Я. Гигинейшвили, А. Чхаидзе, М. Николаишвили, Р. Микаутадзе. Технология производства композиционных тормозных колодок. Патент F 16 D 69/04. Тбилиси. 27.03.2003.
13. Д.Я. Гигинейшвили, Т. Мацаберидзе, Г. Чикваидзе, Д. Гигинейшвили. Исследование преднапряженных балок армированных базальтопластиковой арматурой. ООО «ПРОГРЕСИ». Научно-технический журнал «СТРОИТЕЛЬСТВО». г. Тбилиси. №2 . (17), 2010, 38-42 с.
14. J. Gigineishvili. Basalt of survey of prestressed concrete beams reinforced with basalt plastic bars. International Conference. "Seismics-2014". "Seismic resistance and rehabilitation of buildings." TBILISI. GEORGIA 2014. 65-78 p.
15. Гигинейшвили Джони. Результаты исследования преднапряженных бетонных балок, армированных базальтопластиковой арматурой. Геомеханика, геотехника, геоэкология, гидротехника. Сборник научных трудов, посвященный 60-летию Заслуженного изобретателя СССР, Лауреата Премии Совета Министров СССР, Академика РАЕН Габибова Фахраддина Гасан оглы. Баку, 2016.60-67 с.
16. Д.Я. Гигинейшвили, Т. Мацаберидзе, Г. Чикваидзе, Д. Гигинейшвили. Результаты исследования предварительно напряженных бетонных балок, армированных базальтопластиковой арматурой. ООО «ПРОГРЕСИ». Министерство образования и науки Украины ГВУЗ «приднепровская государственная академия строительства и архитектуры». Выпуск 69. г. Днепропетровск. 2013. 122-131с.
17. Y. Veriuzhski, J. Gigineishvili, D. Gigineishvili, T. Matsaberidze. On theoretical and experimental research of building structure made on the basis of glass and basalt. First international conference on seismic safety problems of Caucasus region population, cities and settlements. September 8-11, 2008, Tbilisi, Georgia.74-78 p.

**КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ СТРАТЕГИИ
ИННОВАЦИОННОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО РАЗВИТИЯ
CLUSTER MODEL OF IMPORT-SUBSTITUTE STRATEGY OF INNOVATIVE
HIGH-TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT**

Кузин Виктор Федорович*, Лачинина Татьяна Александровна,
Чистяков Максим Сергеевич***
Kuzin Viktor Fedorovich *, Lachinina Tatiana Alexandrovna **,
Chistyakov Maxim Sergeevich*****

**, ** Российская инженерная академия
Russian Engineering Academy*

**** Институт экономики и менеджмента Владимирского государственного
университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Institute of Economics and Management, Vladimir State University named after A.G. and
N.G. Stoletovs*

**(e-mail: vfkuzin@mail.ru);*

*** (e-mail: t_lachinina@mail.ru);*

**** (e-mail: shreyamax@mail.ru)*

Аннотация. Статья посвящена озвучиванию необходимости стратегической направленности по формированию благоприятного средового фона создания надлежащих условий кластеризации конкурентоспособного развития, способствующая инновационному высокотехнологичному реформатированию национальной экономической системы.

Abstract: The article is devoted to voicing the need for a strategic focus on the formation of a favorable environmental background for creating appropriate conditions for the clustering of competitive development, contributing to the innovative high-tech reformatting of the national economic system.

Ключевые слова: кластер, кластерная структура, импортозамещение, высокие технологии, конкурентоспособность, инфраструктура, форсайт.

Keywords: cluster, cluster structure, import substitution, high technology, competitiveness, infrastructure, foresight.

Учитывая негативный опыт прошлого в формировании постсоветской экономической модели основной концепцией развития российской экономики на современном этапе должна стать ее инновационная реиндустриализация (неоиндустриализация), базирующаяся на ведущей роли промышленного потенциала, причем промышленность должна развиваться на основе нового, высокотехнологичного уклада. Для этого необходимо решить в комплексе ряд задач в рамках модернизации экономики России [1].

Развитие конкурентоспособной экономики на платформе экспортоориентированного импортозамещения в современных экономических реалиях является необходимым условием обеспечения национальной безопасности в обстановке политического давления санкционной направленности. Импортозамещение позволит диверсифицировать экономику страны, что усилит ее экономические позиции России на мировой политической арене, в совокупности с независимостью от иностранных производителей [2].

Особое значение приобретает повышение экспортного потенциала отечественной производственной сферы, который в качестве составных элементов включает в себя, помимо инвестиционной, инновационной деятельности и прямых финансовых вложений, импорт для развития экспорта. В связи с этим развитие импортозамещения становится особенно актуальным, поскольку именно оно позволит избежать напряженности, возникающей

вследствие необходимости использования при изготовлении промышленной продукции импортных изделий, компонентов и услуг [3].

Реализация концепции экспортоориентированного импортозамещения подразумевает развитие высоких технологий промышленности, что позволит сформировать потенциал, необходимый для обеспечения высокого качества продукции, способствующий ее фиксации на определенных рыночных нишах, а также защите национальных интересов - как на внешних, так и на внутренних рынках, эффективному паритету с иностранными производителями. В качестве стратегического вектора в данном контексте, опираясь на исследования отечественных и зарубежных ученых в совокупности с имеющейся практикой реализации теоретических изысканий по тематике кластерного подхода, авторы данной статьи обращают внимание на имеющиеся наработки по формированию промышленного инновационного импортозамещающего потенциала, нередко озвученные в целях социально-экономического развития.

В Советском Союзе развитие многих отраслей промышленности концептуально проходило в рамках территориально-промышленных комплексов (ТПК), которые в определенных территориях имеют характерные черты межотраслевых образований с признаками кластерной принадлежности. К таковым необходимо отнести географическое сосредоточение сетевой архитектуры предприятий (организаций, компаний), основной целью которых является создание конечной добавленной стоимости продукта во взаимодействии друг с другом в цепочке технологического и сопутствующего цикла [4].

Свой взгляд на происходящее в экономике России высказал и М. Портер в выступлении «Российская конкурентоспособность: где мы находимся?» на Российско-американском инвестиционном симпозиуме в Бостоне [5]. Портер отмечает, что, в отличие от унаследованной Россией плановой экономики, где экономическая политика направлена из центра, а связи покупатель/поставщик видятся с точки зрения национальной перспективы, экономическая политика, основанная на кластере, подразумевает достаточную автономию на региональном и местном уровне. Кроме того, предполагается специализация регионов в тех сферах, в которых они конкурентоспособны, а географический выбор основан на экономической привлекательности региона в расположении фирм по отношению к другим компаниям, с целью получения максимальной выгоды от кластера [6].

Сформированная подобным образом кластерная модель географической локализации смежных предприятий различной отраслевой специализации способствует генерации целостно-эффективной технологической конфигурации создания высокотехнологичной продукции во всех сферах народного хозяйства при значительной экономии временного и материального ресурса за счет выверенного информационного трансферного перетока, что обуславливает транспарентный диффузный обмен знаниями и технологиями в рамках оформленных цепочек кооперационного взаимодействия предприятий определенной территориальной дислокации.

Подобные структуры функционировали и ранее в условиях планово-директивной экономической системы, имеющей свои характерные особенности. Принципиальным отличием территориально-производственного комплекса от кластерной структуры, по мнению М. Портера, является наличие конкурентной среды внутри последнего. В условиях геополитической трансформации произошло оставление рыночных ниш отечественными производителями из-за экспансии зарубежных компаний. Данное обстоятельство привело к разрыву экономических и технологических внутриотраслевых связей, переориентации наукоемкого и высококвалифицированного кадрового потенциала в частный сектор, приведшее к изменению их соотношения в государственных и коммерческих структурах. Как следствие - произошел распад некогда существующих территориальных кластерных структур.

Однако необходимо отметить, что определенные элементы, необходимые для функционала высокотехнологичных производств, сохранились. К таковым необходимо отнести высокую долю научно-образовательного компонента, промышленного потенциала, а

также сформировавшиеся субъекты предпринимательской деятельности. Перечисленное является своего рода платформенной основой для генерирующего возрождения новых инновационных высокотехнологичных кластерных структур в преемственной ориентации на транспарентные рыночные ниши.

Озвученное подразумевает изучение кластерного подхода, активно реализуемого в индустриально развитых государствах. Кластерные структуры подтвердили свою эффективность в США, Германии, Италии, Швейцарии, Франции и многих других странах. В Финляндии, например, стратегия кластерной эволюции обуславливает высокую степень конкурентоспособности промышленного потенциала. Наметилась стойкая тенденция применения кластерного подхода в экономической политике государств Латинской Америки и Азии [7].

Потенциал функционала кластерного конфигурата опирается на выверенное верифицированное выстраивание отношений на платформенной основе партнерства и сотрудничества, на координирующей общности совместной деятельности в осуществлении конкурентоспособного инновационного развития территории. Опыт государств с развитым высокотехнологичным кластерным потенциалом демонстрирует возможности для конструктивного диалога между государством и бизнес-сообществом в реализации форсайт-проектов, формирующего основу эффективного взаимодействия научных и образовательных учреждений, органов государственной власти и частного сектора в инновационном процессе генерации высокотехнологичного потенциала экономической системы.

О преимуществах кластерной конфигурации экономики в своих работах упоминал основоположник кембриджской школы политической экономии А. Маршалл, причислявший кластерные образования к промышленным регионам особого типа. По мнению большинства ученых, занимающихся теорией кластерообразования, основой кластерного подхода являются «индустриальные районы» А. Маршалла [8]. Это самое известное и, пожалуй, наиболее близкое по смысловой нагрузке понятие, часто используемое в качестве синонимической замены дефиниции «кластер». В своем известном труде «Принципы экономической науки» (1890) ученый оперирует термином «промышленные районы», который означает пространственную концентрацию предприятий близкой отраслевой принадлежности. Для объяснения устойчивости агломерации малых предприятий экономист ввел понятие внешних экономий или экстерналий, т.е. положительных эффектов, которые получаются от географической дислокации субъектов хозяйственной деятельности. К таковым он относит: эффект от трансфера знаниями и инновациями, эффект от взаимного использования трудовых ресурсов, приводящей к экономической выгоде от вовлечения наемного труда; эффект от свободного доступа к звену поставки (т.н. цепочка «продавец-покупатель») [9].

Общность инфраструктуры единой локализации способствует формированию оптимального благоприятного средового фона для информационного трансфера знаний и технологий, генерации и реализации новых идей и новаторских проектов. Рынок рабочей силы и низкие пороговые значения бюрократических издержек позволяют резидентам кластерного конфигуранта пользоваться преимуществами близкой географической концентрации. Территориальное сосредоточение предприятий дополняет модель оптимального построения межсетевое взаимодействия и, в свою очередь, является действенным элементом развития конкурентоспособности – как отдельных предприятий, так и всей кластерной структуры в целом. Сформированные устойчивые кооперационные связи предопределяют скорость внедрения и коммерческий успех инноваций, способствуют формированию средового фона для генерации новых перспективных идей. В связи с этим именно кластерная модель, содержащая в изобилии многочисленные обратные связи, является наиболее подходящим инструментом эволюционного форсайта (форсайт-эволюции) высокотехнологичных инновационных предприятий.

Особое внимание следует уделять мероприятиям по формированию на основе ведущих предприятий и НИИ технопарков, технополисов и бизнес-инкубаторов, которые сами могут

представлять собой кластерную структуру. Данный формат будет способствовать успешному форсайт-проектированию и реализации высокотехнологичных проектов выпуска конкурентоспособной продукции и услуг, в т.ч. в рамках импортозамещающей политики развития промышленного и научного потенциала, созданию инновационной инфраструктуры, дальнейшей эволюции экологически чистых технологий и технологий ресурсосбережения.

Особое внимание следует сконцентрировать на реализации импортозамещающей политики на свободных производственных мощностях в моногородах. Данное направление будет способствовать решению социально-экономических проблем малых городов.

Концентрация малых предприятий, представляющих собой наукоемкие центры, в совокупности с инновационной инфраструктурой будет являться мощным каталитическим импульсом кластерного строительства, в т.ч. через развитие и упорядочивание малого и среднего инновационного бизнеса. Транспарентность бизнес-структур для всех субъектов хозяйствования территории, в т.ч. промышленности как ведущего потребителя высокотехнологичных инноваций в рамках следования концепции экспортоориентированного импортозамещения, является значимым сегментарным фактором в общем направлении эволюции высокотехнологичного кластерного строительства.

Каталитический эффект развития будет реализован при создании благоприятных условий для становления информационной среды кластерного конфигурата. Информационно-сетевая структура кластера будет способствовать образованию и усилению кооперационных связей между резидентами кластерного образования, так и вовлечению иных хозяйствующих субъектов данной и других территорий в производственное взаимодействие, сгенерирует очертания взаимосвязи с внешними поставщиками и инвесторами. В целях обеспечения единого эффективного информационного средового фона кластера необходимо обеспечить соблюдение интересов всех сторон кластерной структуры в едином сетевом ландшафте взаимодействия. Выполнение данного условия будет способствовать более свободному трансферу информации в единой политике взаимовыгодного сотрудничества. Решение озвученного стратегического направления приведет к технологическому развитию объектов региональной инновационной инфраструктуры, что полностью корреляционно согласуется с государственной политикой по всеобщей национальной цифровизации [10].

Поддержка развития экономической и информационной составляющей институциональной среды должны курироваться на федеральном и региональном уровнях государственной власти, что будет способствовать повышению инновационного потенциала промышленного производства, опирающегося на научно-исследовательскую и образовательную составляющие, которые обеспечат импортнезависимость в интеллектуальной сфере технологических продуктов.

Формирование инновационного высокотехнологичного средового фона развития промышленного потенциала на платформе конкурентоспособной кластерной модели подразумевает определенные мероприятия дополнительной поддержки на различных уровнях управления в совокупности с всесторонним анализом динамики реализации кластерных инициатив.

Способствовать конкурентоспособному импортозамещению в рамках кластерного подхода будет деятельность по развитию экспортного потенциала перспективных видов высокотехнологичных производств и востребованных услуг, т.н. «точек прицельности видимой перспективы», которую целесообразно конвергировать в региональную политику кластерного развития промышленного потенциала и промышленного сервиса.

Список литературы

1. Дмитриев Ю.А., Чистяков М.С. Высокотехнологичная инновационная реиндустриализация России как необходимое условие устойчивого социально ориентированного развития // сборник материалов международной научно-практической

конференции «Драйверы экономического роста региональной экономики» / редкол. Н.М. Филимонова и др. - Владимир: Атлас, 2018. С. 59-61. ISBN 978-5-903087-78-5.

2. Дмитриев Ю.А., Карцев Б.В., Чистяков М.С. Кластерные технологии в реализации конкурентоспособной модели экспортоориентированного импортозамещения в экономике России // Финансово-экономическая безопасность Российской Федерации и ее регионов: материалы III Международной научно-практической конференции, 20-21 сентября 2018 г., г. Симферополь: ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 2018. – 308 с.

3. Бутко Г.П. Конкуренция: теория, методология, практика: монография. Екатеринбург: ООО "УИПЦ", 2012. 342 с.

4. Рыгалин Д.Б., Беспалов В.А., Елкин А.Г., Леонтьев В.Б., Филиппов П.Ф. Высокотехнологичные кластеры в России: комплекс мер по развитию инновационного потенциала региональных межотраслевых комплексов // Инновации. 2005. № 4 (81). С. 37-42.

5. Michael E. Porter. Russian Competitiveness: Where De We Stand? Institute for Strategy and Competitiveness Harvard Business School. U.S. – Russian Investment Boston, Massachusetts. 13 November 2003. URL:https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/CAON_Russia_2003_Harvard_Symposium_11-13-03_СК_db483f56-69d6-41ae-8670-2d165312ee66.pdf (02.04.2018).

6. Дмитриев Ю.А., Каверзин И.Л., Берг А.И. Кластерная политика региона: методы, инструменты, лучшие практики: монография / Ю.А. Дмитриев, И.Л. Каверзин, А.И. Берг. – Владимир: ВИБ, 2014. – 178 с. ISBN 978-5-98448-069-7.

7. Чирков М.А., Дмитриев Ю.А., Карцев Б.В., Чистяков М.С. Зарубежный опыт применения кластерных технологий в инновационном территориальном развитии // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2019. № 1. С. 140-155.

8. Bergman, E.M. and Feser, E.J. (1999) «Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications», Regional Research Institute, WVU.

9. Исланкина Е.А. Кластерный подход в экономике: концептуальные основы, история и современность // Сборник статей по материалам XXIII международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы экономики и управления». М. Изд. «Международный центр науки и образования», 2014. С. 23-30.

10. Кузин В.Ф., Лачина Т.А., Чистяков М.С. Кластеризация как фактор высокотехнологичного развития экономики: эволюционный подход на основе информационно-сетевой координации // Вестник Сургутского государственного университета. Экономические науки. 2019. Вып.1(23). С. 86-92.

**О СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМАХ
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ABOUT MODERN ENGINEERING AND ORGANIZATIONAL PROBLEMS OF
DEVELOPMENT OF CHEMICAL FIBERS INDUSTRY
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Голубков Сергей Викторович*,
Golubkov Sergey Viktorovich*,**

Мачалаба Николай Николаевич,
Machalaba Nikolay Nikolaevich****

**Российский Союз химиков – РСХ, Россия, Москва;*

**Russian Union of chemists – RUC, Russia, Moscow
(email: Golubkovsv@mail.ru)*

***Редакция журнала «Химические волокна», Россия, Москва*

***Editorial Board of the journal "Chemical fibers", Russia, Moscow
(email:machalaban@mail.ru)*

Аннотация: Проведен анализ состояния отечественной отрасли химических волокон. Обоснована необходимость принятия на уровне Закона единой Государственной стратегии экономического развития всей страны. Указана наша общая задача — используя имеющийся потенциал, сделать химический комплекс России локомотивом развития всей экономики России до уровня мировых лидеров.

Abstract: The analysis of the state of the domestic industry of chemical fibers. The necessity of adoption of the unified State strategy of economic development of the whole country at the level of the Law is substantiated. Our common task is to use the existing potential to make the chemical complex of Russia a locomotive for the development of the entire Russian economy to the level of world leaders.

Ключевые слова: отрасль химических волокон, химизация экономики, новые материалы, Государственная стратегия экономического развития Российской Федерации.

Keyword: branch of chemical fibers, chemicalization of economy, new materials, State strategy of economic development of the Russian Federation.

В предыдущей работе «О проблемах развития промышленности химических волокон в России» [1] были проанализированы современное состояние, проблемы, задачи и пути развития отечественной отрасли химических волокон в тесной взаимосвязи и в составе всего химического и нефтехимического комплекса России.

В настоящее время Минпромторг РФ, Российский Союз химиков, ОАО «НИИТЭХИМ» совместно с «Межведомственной рабочей группой по разработке плана мероприятий по развитию отрасли по производству искусственных и синтетических волокон и нитей на период до 2025 года» продолжают серию совещаний по разработке дорожной карты.

Проведённый авторами анализ ситуации с производством и потреблением химических волокон и нитей на мировом и российском рынках показал следующее.

В настоящее время доля химических волокон и нитей в структуре мирового потребления волокон и нитей составляет порядка 70%. По данным Министерства промышленности и торговли РФ (далее - Минпромторг РФ) [3], в 2016 г. химические волокна и нити составили 45% мирового рынка штапельных волокон и почти 100% мирового рынка нитей.

Объём мирового производства химических волокон и нитей возрос с 60,6 млн. т в 2012 г. до 71 млн. т в 2016 г. (рост на 17%) (рис. 1). При этом ожидаемый годовой объём производства в 2020 г. составляет 83 млн. т.



Рис. 1. Объем мирового производства химических волокон и нитей (млн. т) и темпы роста в 2012-2025 гг.

Крупнейшим мировым производителем химических волокон и нитей является Китай. В 2016 г. производство химических волокон и нитей в этой стране оценивалось в 47,1 млн. т, что составило более 66,3% от общемирового выпуска. Также в значительных объемах химические волокна и нити производятся в Индии (8% мирового выпуска), Тайване (3%) и Республике Корея (3%). Доля России в общемировом объеме производства химических волокон и нитей составляет по состоянию на 2016 г. – 0,3%, в общемировом объеме потребления – 0,5% (рис. 2).

Актуальными для данной работы являются и основные показатели состояния рынка химических нитей и волокон России. По данным Минпромторга РФ и Росстата [3], в 2017 г. объем производства химических волокон и нитей составил 189,7 тыс. т, что на 3,5% превышает уровень 2016 года. В денежном выражении 22,9 млрд. руб., что на 2,5% ниже уровня 2016 года. За 2017 г. объем импорта химических волокон и нитей вырос на 10,7% по тоннажу, составив 248,0 тыс. т, и на 9,1% по стоимости, на сумму 501 млн. долл. США. Экспорт составил 31,1 тыс. т химических волокон и нитей на сумму 83,3 млн. долл. США, что на 22,9% по тоннажу и на 43,5% по стоимости превышает уровень 2016 г.

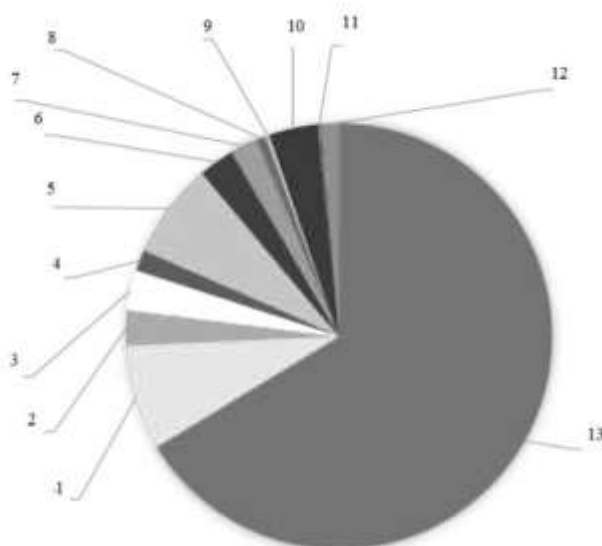


Рис. 2. Структура мирового производства химических волокон и нитей в 2016 г., %
 1 - Индия 8,0; 2 - Южная Корея 2,7; 3 - Тайвань 3,0; 4 - Ближний Восток, Австралия и Океания 1,6; 5 – Прочие азиатские страны 7,3; 6 – Западная Европа 2,7; 7 - Турция 2,1; 8 - Восточная Европа 0,7; 9 – Россия 0,3; 10 - США 3,7; 11 – Мексика 0,3; 12 – прочие страны Северной, Центральной и Южной Америки 1,3; 13 – Китай 66,3.

Доля отрасли химических волокон в общем объеме отгруженной продукции химического комплекса в 2017 г. составила 0,64%. Доля основных фондов в общем объеме основных фондов химического комплекса составила 0,4%, их средний износ – 54%.

В последние годы отечественное производство и внутренний рынок химических волокон и нитей демонстрировали относительный рост. Однако достигнутые показатели ещё очень далеки даже до аналогичных показателей советского периода (табл. 1), [5, 6], не говоря уже о других современных критериях оценки.

Таблица 1. Производство химических волокон и нитей в СССР

Год	1928	1940	1950	1960	1970	1976	1990
Объём производства, тыс. тонн	0,2	11,1	24,2	211	623	1 020	684,7

При этом, по прогнозам Минпромторга РФ, в результате реализации дорожной карты и заявленных бизнесом проектов прогнозируется увеличение объемов производства химических волокон и нитей в России по сравнению с 2017 годом к 2020 г. в 1,7 раза, 2025 г. - 3,7 раза, рост объемов потребления к 2020 году - в 1,4 раза, к 2025 году – в 1,7 раза.

В результате опережающего развития отечественного производства, доля импорта в потреблении снизится до 55% в 2020 году и до 20% в 2025 году, доля экспорта в производстве возрастет до 23% в 2020 году и до 22% в 2025 году.

Баланс производства, потребления, экспорта и импорта химических волокон и нитей в России в период 2012 – 2025 годы приведен в табл. 2.

Таблица №2. Динамика производства, потребления, импорта и экспорта химических волокон и нитей в Российской Федерации за 2012-2018 гг. и прогноз на 2019-2025 гг. по реалистичному (реал.) и инновационному (инновац.) сценарию в натуральном выражении (в тыс. т)

Год	Производство	Экспорт	Импорт	Потребление
2012	139,3	21,2	223,0	341,1
2013	152,9	23,9	235,2	364,2
2014	147,2	21,1	220,5	346,6
2015	156,8	21,2	211,0	346,6
2016	183,3	25,3	224,1	382,1
2017	189,7	31,1	248,0	406,5
2018	191,1	34,3	264,3	421,5
2019				
реал.	217,5	33,3	254,6	438,9
иннов.	262,8	40,8	268,1	490,1
2020				
реал.	237,0	35,1	275,6	477,5
иннов.	329,2	75,7	307,6	561,0
2025				
реал.	255,1	35,0	308,4	528,8
иннов.	708,9	152,1	140,5	697,2

В итоге, за прошедшие три года никаких заметных улучшений в российской отрасли химических волокон не произошло – ни в документальном планировании на государственном уровне, ни в реальном секторе экономики России. Да и в целом по стране доля продукции химического и нефтехимического комплекса во внутреннем валовом продукте (ВВП) России по-прежнему не превышает 2%. В советский период доля продукции

химического и нефтехимического комплекса (далее – ХНХК) в ВВП СССР превышала 8% [4]. При этом наблюдалась непрерывная тенденция роста этой доли.

Известно из опыта развития мировых держав (стран с устойчивой, диверсифицированной экономикой и из оценки структуры их экономик), что доля продукции ХНХК в ВВП должна превышать 14-15%. Только в этом случае возможно эффективное экономическое развитие России в целом на уровне мировых лидеров – государств с крупнейшими экономиками США, Китай, Германия, Япония и других стран.

Ситуация в общем по ХНХК и в отрасли химических волокон крайне тяжёлая. Мы, Российская Федерация в целом, закупает ежегодно сотни тонн пара-арамидных волокон для изготовления средств баллистической защиты в интересах всех федеральных министерств и ведомств. Соизмеримое количество мета-арамидных волокон и тканей регулярно закупается заинтересованными организациями России для отечественных термо- и огнестойких видов спецодежды, разных видов пожарно-спасательной, специальной техники и др.

Унизительно для родного государства, но даже ткани для пошива обмундирования всего личного состава силовых структур изготавливают из привозных импортных волоконных и нитевидных материалов. Обеспечение химическими волокнами отечественной текстильной отрасли мы не рассматриваем в данной работе, ибо её вообще не существует как таковой.

Но, химические волокна и нити – это не только, точнее не столько, изготовление современных средств баллистической защиты, спецодежды с уникальными свойствами и специальной защитной техники, текстильных изделий и др. В первую очередь, это основа для изготовления всех современных композитных материалов, используемых мировыми государствами с крупнейшими экономиками в авиастроении, судостроении, автомобилестроении, мостостроении, гражданском строительстве и др.

Проведённый авторами работы совместно со специалистами анализ состояния отечественного ХНХК и оценки его деятельности при созданной структуре экономики и государственной энергетической и химической политике в России показывает, что ни «Стратегия развития ХНХК...», ни дорожные отраслевые карты не приводят к экономическому успеху. Мы продолжаем движение по тупиковому пути.

И что же делать нам в России?

Сегодня уже не нужны отраслевые программы, ибо они опоздали со своей эффективностью, а необходима единая Государственная стратегия экономического развития всей страны. На основании этой Государственной стратегии необходимо разработать конкретные Государственные программы по главным направлениям развития ХНХК, в том числе и по химическим волокнам. При этом в стране должен быть создан координационно-плановый орган, немногочисленный по составу, но мощный по интеллектуальному потенциалу и деловой ответственности.

Существенно важным для решения указанных государственных задач является создание на первом этапе центра компетенций по технологиям химических волокон и нитей. Уверены, что оптимальным для этого является оставшийся единственный отраслевой институт АО «Научно - исследовательский институт синтетического волокна с экспериментальным заводом», (АО «ВНИИСВ», г. Тверь), 100-й пакет акций которого принадлежит Российской Федерации. В ходе реализации Государственной программы развития отрасли химических волокон необходима будет организация самостоятельных научно-исследовательских, технологических и проектных центров по отдельным, конкретным технологиям химических нитей и волокон.

Наша общая задача – используя весь возможный потенциал, сделать ХНХК России локомотивом развития экономики страны. Только в этом случае возможна оценка и достижение перспектив государства Россия как мировой державы и страны с устойчивой, диверсифицированной экономикой. Да, химизация – многим знакомо это волшебное слово. Конечно, есть китайский опыт и его использованию в России в разных секторах экономики ничто не препятствует.

Но, есть и свой отечественный, национальный опыт экономического прорыва из послевоенного кризиса. Авторы работы осознают не полную корректность сравнительного анализа положения в народном хозяйстве СССР в послевоенный период и нынешней экономической ситуации в Российской Федерации. Но, эффективность реализации советской программы химизации даёт основания на пренебрежение политическими издержками и административными амбициями при поиске эффективных путей вывода государства Россия в категорию мировой державы и страны с устойчивой, развитой и диверсифицированной экономикой.

В мае 2018 года исполнилось 60 лет Пленуму ЦК КПСС, принявшему решение о химизации народного хозяйства СССР. В ту эпоху нашлись в стране талантливые, смелые, неординарные личности (Констандов Л.А., Бушуев В.М. и др.), которые использовали всё своё влияние на руководство советского государства и КПСС, и сделали всё возможное для того, чтобы появилась программа химизации. В результате майский Пленум ЦК КПСС 1958 года был посвящён только одному вопросу – развитию большой Химии. На Пленуме 6 мая 1958 года выступил с докладом товарищ Хрущёв Н.С. Пленум ЦК КПСС принял 7 мая 1958 года по докладу товарища Хрущёва Н.С. постановление «Об ускорении развития химической промышленности и особенно производства синтетических материалов и изделий из них для удовлетворения потребностей населения и нужд народного хозяйства».

После этого Пленума в стране была принята солидная, всесторонняя государственная программа развития химии и нефтехимии. По задействованию ресурсов, по масштабам работ эту программу специалисты в области макроэкономики ставят в один ряд с космическим и атомным проектами СССР. На реализацию программы химизации работала вся государственная и партийная система. Глобальные, стратегические решения по существу химизации народного хозяйства в установленном в то время строгом порядке принимал ЦК КПСС. Принятые партией решения на местах (в регионах) поддерживали и продвигали к решению отделы химии, специально созданные в Центральном Комитете партии союзных республик, а также в обкомах партии областей с высоким региональным потенциалом химических отраслей. Совет Министров СССР, Госплан обеспечивали выполнение программы химизации путём выделения необходимых ресурсов.

Министерство химической промышленности СССР (Минхимпром СССР) в то время курировало 18 подотраслей, отраслевых научно-исследовательских институтов, нескольких сотен предприятий и других организаций. Минхимпром СССР со всем своим комплексным аппаратом непосредственно реализовывал идеи программы химизации в жизнь. В первые семь лет работы по реализации программы (1959-1965г.г.) в развитие химических отраслей народного хозяйства были вложены по тем масштабам огромные деньги - более 9 миллиардов рублей [5, 6]. Эта сумма инвестиций в два с половиной раза превышала размер вложенных денег в химическую промышленность за все предыдущих сорок лет советского периода. В последующей пятилетке (1966-1970 г.г.) финансирование программы химизации было увеличено в полтора раза.

Эффективное и стремительное развитие советского ХНХК подтягивало за собой развитие многих отраслей экономики – энергетической, металлургической, машиностроения, строительной, транспортной, лёгкой и текстильной, науки, образования и т.д. За 20 лет реализации государственной программы развития химии и нефтехимии (1966–1985 гг.) национальный доход СССР вырос в 4 раза, промышленное производство - в 5 раз, основные фонды - в 7 раз, реальные доходы населения росли примерно такими же темпами, что и производительность общественного труда, и возросли в 3,2 раза. При этом приблизительно в 3 раза увеличилось производство товаров народного потребления на душу населения. Темпы экономического роста СССР в то время, в сравнении с развитыми капиталистическими странами, кроме Японии, были выше или равны им. Именно в этот период СССР по развитию экономики вышел на 2^{-е} место в мире и первое в Европе.

И это при том, что в послевоенный период, до майского Пленума ЦК КПСС 1958 года, в стране никто, не считая учёных, не имел понятия о каких-то полимерах, новых полимерных

материалах, пластиках, волокнах и других уникальных материалах. А при реальном состоянии отечественной промышленности в то время разговоры, планы по заполнению нашей советской жизни новыми материалами выглядели антинаучной фантазией.

Нынешняя ситуация в России в части экономического кризиса и застоя в вопросах химизации всех отраслей экономики России в очень высокой степени аналогична той, вышеуказанной советской периода конца 1950^{-х} годов. Убедительным примером этого является реклама отечественных автомобилей: «В нашем автомобиле использованы самые качественные металлы». В это же время, автомобили, производимые в странах с развитой экономикой, давно довели химизацию современных автомобилей до уровня 30-40%, и там проблема коррозии решена полностью за счёт применения современных материалов.

Но, химизация нужна не только российскому автомобилю. Она необходима всей экономике Российской Федерации. Она нужна членам Правительства России, все органам государственной власти страны, всему населению. Это большая работа.

И первым пунктом Государственной стратегии экономического развития Российской Федерации должна стать «химизация» сознания всего населения страны в виде популяризации общих знаний о новых современных материалах в быту, товарах народного потребления, бытовой технике, автомобилестроении, авиа-, судостроении с применением современных материалов с уникальными свойствами и т.д. И это всё очень реально при современных средствах массовой информации России и решается очень быстро, эффективно при наличии политической воли и государственном подходе к важному делу.

И нужны новые люди. Не «эффективные» менеджеры, а высококлассные профессионалы, прогрессивно и по-государственному мыслящие. Они есть. А в помощь им заработает система подготовки кадров. В стороне не останется и старая гвардия учёных, руководителей и специалистов.

Успех неминуем!

Список литературы

1. Н.Н. Мачалаба, И.И. Родионов. Хим. волокна. 2015. №4. С. 3-13.
2. Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года. Утверждена приказом Минпромторга России и Минэнерго России от 8 апреля 2014 г. № 651/172. 81 с.
3. Минпромторг РФ. Материалы заседания Межведомственной рабочей группы по разработке проекта «Дорожной карты» по развитию подотрасли по производству искусственных и синтетических волокон и нитей на период до 2020 года» от 14 июня 2018 г.
4. Лукьянов П. М., Краткая история химической промышленности СССР, М., 1959;
5. Лельчук В. С., Создание химической промышленности СССР, М., 1964
6. Костандов Л. А., Химическая промышленность СССР к XXV съезду КПСС, М., 1976. 197 с.
7. A. Engelhardt. Fiber Year Report, June 2017. P. 22–28.
8. Айзенштейн Э.М., Клепиков Д.Н. Вестник химической промышленности № 4(91), 2016, с. 6.
9. Chemical Fibers International. 2017. № 2. P.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КРУЧЕНЫХ НИТЕЙ ПО СПОСОБУ РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДАЧИ НИТЕЙ В ЗОНУ КРУЧЕНИЯ
STUDY OF THE PROCESS OF FORMING TURNED THREADS UNDER THE METHOD OF SEPARATE FEEDING OF THREADS IN THE TURNING ZONE**

Медведев Александр Викторович*, Разумеев Константин Эдуардович,
Medvedev Alexander Viktorovich*, Razumeev Konstantin Eduardovich****

**НПО "Стеклопластик" филиал НПК "Терм", Россия, Московская обл., Солнечногорский р-н,
п. Андреевка
(24091955@mail.ru)*

***Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(k.razumeev @ rambler.ru)*

Аннотация: В статье рассмотрен новый способ кручения нитей – способ с отдельной подачей нитей в зону кручения (РПН) и устройство для его реализации. При кручении нитей по способу РПН совмещаются процессы трощения и кручения, а устройство для его осуществления является однопроцессным. Формирование крученой нити происходит с переменным шагом, что влечет за собой изменение угла кручения и силы, сжимающей стренги, причем изменение угла кручения и сжимающей силы на начальном этапе формирования происходит не линейно.

Abstract: The article describes a new method of torsion of threads - a method with separate feeding of threads to the torsion zone (RPN) and a device for its implementation. When the threads are twisted according to the on-load tap-changer method, the forgings and torsions are combined, and the device for its implementation is single-process. The twisted thread is formed with a variable pitch, which entails a change in the torsion angle and the force compressing the strand, and the change in the torsion angle and the shifting force at the initial stage of formation is not linear.

Ключевые слова: крученая нить из оксида алюминия, способ кручения, отдельная подача нитей в зону кручения.

Key words: aluminum oxide twisted threads, torsion method, separate feeding of yarns into the torsion zone.

Крученые нити и пряжа составляют основу производимой текстильной продукции. Широкий ассортимент сырья, используемого в пряже из волокон растительного и животного происхождения (хлопок, лен, шелк, шерсть) и нитей (химических, стеклянных, базальтовых) повлек за собой разработку специализированного оборудования текстильных предприятий и предприятий по первичной переработке сырья. Кручение волокнистых продуктов производится для придания крученым изделиям определенных полезных свойств. Применительно к волокнистым материалам кручением называют вид деформации, а также процесс, при котором эта деформация сообщается материалам. При общем сходстве, процессы кручения нитей из различных материалов имеет свои особенности, которые нашли свое отражение, в том числе и применяемом оборудовании.

Трудоемкость процессов перемотки, трощения и кручения предполагает стремление к объединению нескольких операций в одну. Таким примером могут служить однопроцессная крутильная машина, в которой совмещены процесс трощения и второго кручения [1]. В конструкции машины применены веретена двойного кручения для первой крутки и устройство кольцо-бегунок, обеспечивающее вторую крутку.

Выработка крученых нитей на крутильных машинах имеет одну общую черту – трощеная нить в зону кручения подается в виде пучка из двух или нескольких параллельных

нитей. Общим и существенным для осуществления процесса кручения на кольцевых и этажных крутильных машинах является наличие образованного нитью участка выпуклой формы, так называемого баллона. Натяжение нити в баллоне зависит от многих факторов: скоростного режима работы крутильной машины, вида, свойства и толщины нити и достигает в вершине баллона 35 сН, а на участке бегунок-паковка 60 сН [2-4].

Керамические нити – новый материал для отечественной текстильной науки. Отечественные комплексных нити из оксида алюминия имеют низкие механические свойства, не позволяющие использовать существующее крутильное оборудование [5]. Это потребовало разработки нового способа кручения, получившего название раздельная подачи нитей (РПН) в зону кручения и устройства для его реализации – универсального комплексного специального стенда (УКСС).

Формирование крученых нитей по способу с раздельной подачей нитей в зону кручения имеют ряд особенностей, отличающий данный способ от традиционных способов кручения.

Целью работы является исследование процесса формирования нитей по способу раздельной подачи нитей в зону кручения.

Основная особенность формирования крученых нитей по способу РПН заключается в том, что нити с входных бобин разнесенных в пространстве раздельно подаются в зону кручения. Рассмотрим формирование крученых нитей, состоящих из двух нитей (стренг). Ниже под крученой нитью будем понимать однокруточную или многокруточную нить, состоящую из нескольких стренг, а стренгами нити заработанные в крученую нить. На рис. 1 (а) представлено схематичное изображение способа раздельной подачи нитей в зону кручения: А и В – места схода нитей 1 и 2 с входных бобин и точка приложения внешней силы, создающий крутящий момент, действующий на каждую из нитей (силовая опора); С – порог крутки; О – место намотки крученой нити на выходную бобину.

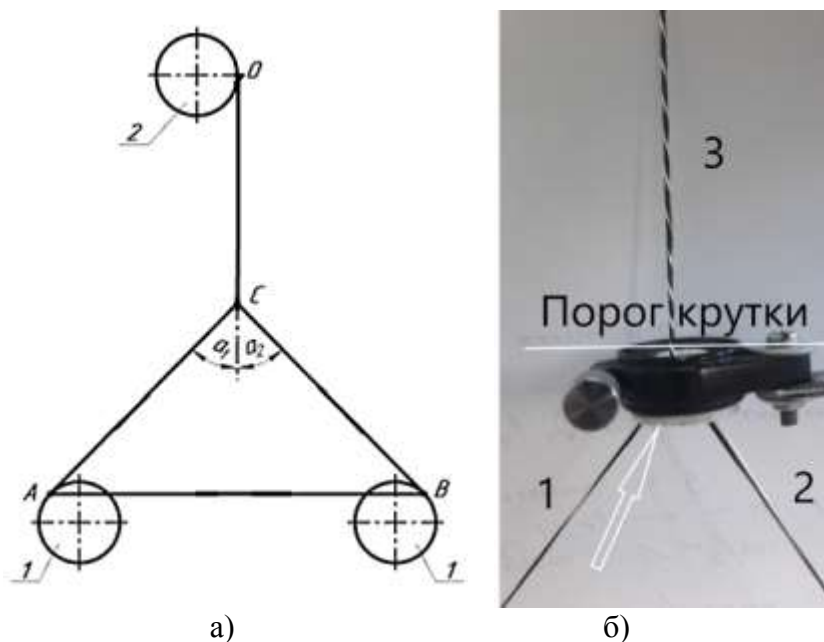


Рисунок 1 – Схематическое изображение способа раздельной подачи нитей в зону крутки (а) и порога крутки в вершине треугольника кручения (б)

Раздельная подача нитей в зону кручения приводит к образованию треугольника кручения АСВ, в вершине которого точке С располагается порог крутки – место соединения нитей. Порог крутки располагается выше формировочного узла, предназначенного для воздействия на стренги зарабатываемые в крученую нить. Это воздействие оказывается на стренги, находящиеся в зоне кручения – между порогом крутки до точки намотки крученой нити на выходную бобину. В зоне кручения происходит силовое взаимодействие стренг, участвующих в процессе кручения.

Формировочный узел представляет собой кронштейн с фторопластовой втулкой, установленной по оси симметрии крутильной платформы, совпадающей с осью крученой нити. На рис. 1 (б) показано: 1 – стренга №1, 2 – стренга №2, 3 – крученая нить в два сложения, стрелкой указан формировочный узел. Таким образом, при кручении нитей по способу РПН совмещаются процессы трощения и кручения, а устройство для его осуществления является однопроцессным.

Процесс кручения по способу РПН характеризуется тем, что формирование крученой нити от порога крутки точки С происходит с переменным шагом. Уравнение винтовой линии с переменным шагом имеет вид:

$$z = r\varphi \operatorname{tg} \alpha_1 \pm \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha_2 - \operatorname{tg}^2 \alpha_1}{4l} r^2 \varphi^2,$$

уравнение связывает между собой начальный шаг, конечный шаг, угол наклона винтовой линии в момент начала формирования крученой нити α_1 и после окончания α_2 , длину на которой происходит формирование крученой нити и радиус цилиндра, на котором строится винтовая линия. Знак «+» перед вторым членом уравнения для случая, когда $\alpha_1 < \alpha_2$. Знак «-» для случая, когда $\alpha_1 > \alpha_2$.

Экспериментально показано, что длина участка формирования, который начинается на пороге крутки и заканчивается по достижении заданной величины крутки зависит от числа кручений, сообщаемых нити и условий выработки крученых нитей: натяжения, угла при вершине треугольника кручения. На универсальном стенде вырабатывалась крученая нить в два сложения из углеродной нити УКН-М 3К линейной плотностью 200 текс и кварцевого ровинга линейной плотностью 200 текс, угол при вершине треугольника кручения составлял 76° . Участок формирования представляет собой крученую нить с некоторым количеством полных витков переменного шага. Начальный шаг за некоторое число полных витков возрастает от некоторого первоначального значения до шага, соответствующему заданному числу кручений.

На рис. 2 показано число полных витков, необходимых до завершения формирования крученой нити: равное пяти для 45 кр/м и равное двенадцати для 127 кр/м. Отклонение от фактического значения крутки от расчетного находится в пределах 5%, что вполне допустимо. Так например, отклонение от номинального значения крутки для кремнеземных нитей К11С6-90 составляет 150 ± 15 кручений на 1 метр [6], а допустимое отклонение от номинального значения крутки для нитей из оксида алюминия 3MTM NextelTM 3M Company составляет 106 ± 30 кручений на 1 метр [7].

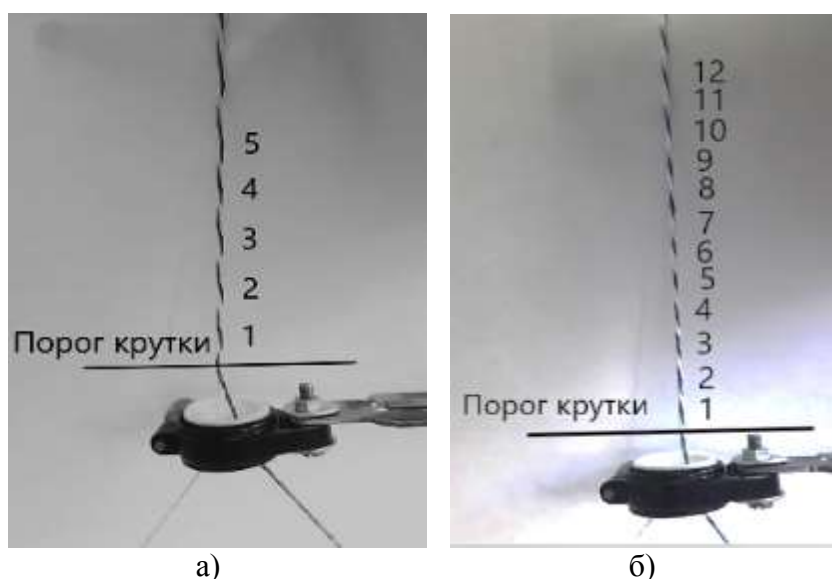


Рисунок 2 – Число полных витков до завершения формирования крученой нити: 45 кр/м (а), 127 кр/м (б)

На рис. 3 представлена зависимость изменения шага крутки от числа полных витков, необходимых для формирования крученой нити в два сложения с числом кручений: 45 кр/м; 64 кр/м; 95 кр/м и 127 кр/м.

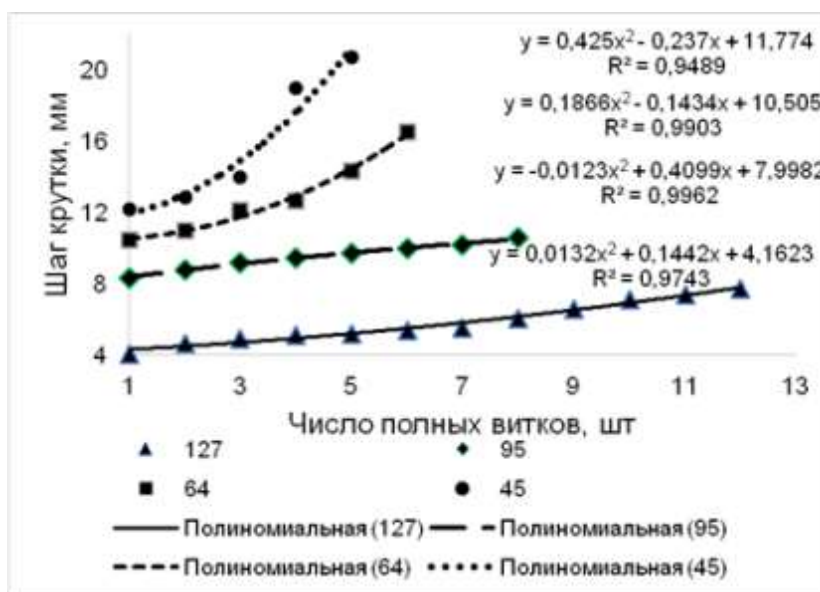


Рисунок 3 – Зависимость изменения шага крутки от числа полных витков, необходимых для формирования крученой нити

Процесс формирования крученой нити из n числа стренг с точки зрения механической системы сопровождается уменьшением полной энергии по окончании процесса формирования крученой нити. Полная механическая энергия равна сумме потенциальной и кинетической энергий системы:

$$E = E_p + E_k$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела – энергия, обусловленная взаимодействием частей тела друг с другом. Она равна работе внешних сил по растяжению стренг на величину x :

$$E_p = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела E_k равна сумме кинетических энергий всех n материальных точек массами m_i , имеющих угловую скорость вращения ω всех материальных точек:

$$E_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

Кинетическая энергия механической системы из двух стренг будет уменьшаться вследствие изменения формы и размеров нити и внешнего воздействия обусловленное силами трения, действующих на участке формирования l , а изменение полной механической энергии системы тел будет равно работе сил трения. Таким образом можно наблюдать переходный процесс в механической системе, как реакцию на приложенное к ней внешнего воздействия. Протекание и продолжительность переходного процесса определяются его видом, особенностями механической системы и количеством содержащихся в ней инерционностей, которое количественно определяющей постоянными времени. Необходимо отметить, что момент силы – производная по времени от момента импульса.

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt},$$

где \vec{L} – момент импульса.

Как было сказано выше формирование крученой нити происходит с переменным шагом от некоторого начального значения, соответствующего некоторому значению первичной крутки, до шага крутки соответствующего окончательной величине крутки, определяемой выражением

$$K = n_e/V_n,$$

где n_e – частота вращения крутильной платформы УКСС, мин⁻¹,

V_n – линейная скорость подачи нити в зону кручения,

Диаметр крученой нити (d_0), шаг крутки (h), и угол наклона оси стренг (β_2) к оси крученой нити приведены в табл. 1. Измерения d_0 и h проводилось на микроскопе МБС-9 с 56 кратным увеличением. Необходимо отметить, что шаг винтовой линии крученой нити с круткой 127 кр/м составляет 7,874 мм, а измеренный 7,7 мм таким образом погрешность измерения шага винтовой линии составляет 2,26%.

Таблица 1 – Диаметр крученой нити, шаг крутки и угол наклона оси стренги

№ витка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d_0 , мм	0,79	0,84	0,87	0,91	0,95	0,98	1,02	1,06	1,09	1,16	1,17	1,21
h , мм	4,04	4,67	4,95	5,11	5,22	5,39	5,5	6,05	6,6	7,15	7,42	7,7
β_2	18,43	16,93	16,65	16,9	17,06	17,15	17,45	16,46	15,65	15,41	14,95	14,91

Вычисление угла наклона стренг к оси крученой нити β_2 проводилось по формуле [8]:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = 2\pi k R_2 t_2,$$

где k – коэффициент пропорциональности, величина которого для двух стренг принимается равной 0,54;

R_2 – радиус крученой нити;

$t_2 = 1000/h$ – число кручений на 1 метр.

На рис. 4 приведен график изменения угла β_2 на участке формирования крученой нити. На рис. 5 представлено изменение диаметра крученой нити на участке формирования, крутка нити 127 кр/м.

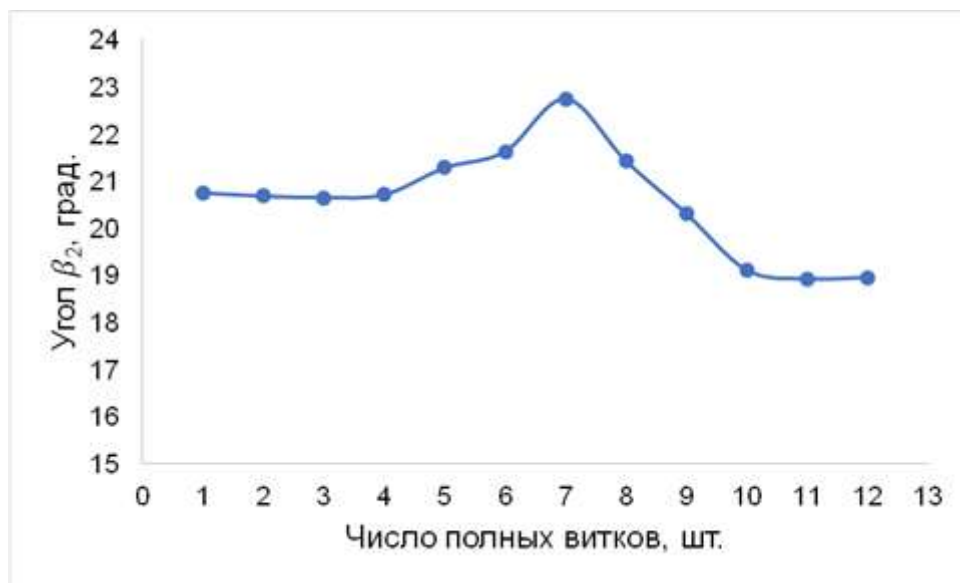


Рисунок 4. График изменения угла β_2 на участке формирования

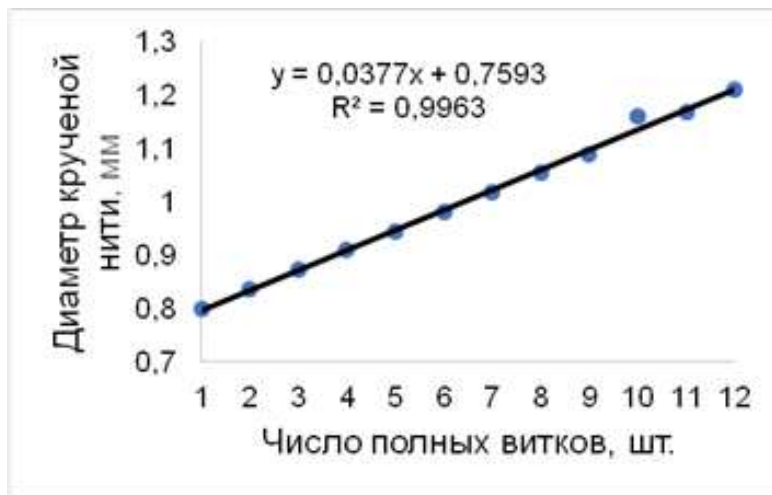


Рисунок 5. Изменение диаметра крученой нити на участке формирования

В теоретической механике имеются так называемые точки или центры, обладающие особыми свойствами, которые могут быть определены как центр системы приложенных векторов или центра Гамильтона.

К таким центрам, например, относится центр параллельных сил, который характеризуется тем, что точка, через которую проходит линия действия равнодействующей системы параллельных сил при любом повороте всех этих сил около их точек приложения в одну и ту же сторону и на один и тот же угол.

На рис. 6 представлена схема силового взаимодействия стренг при формировании крученой нити в два сложения.

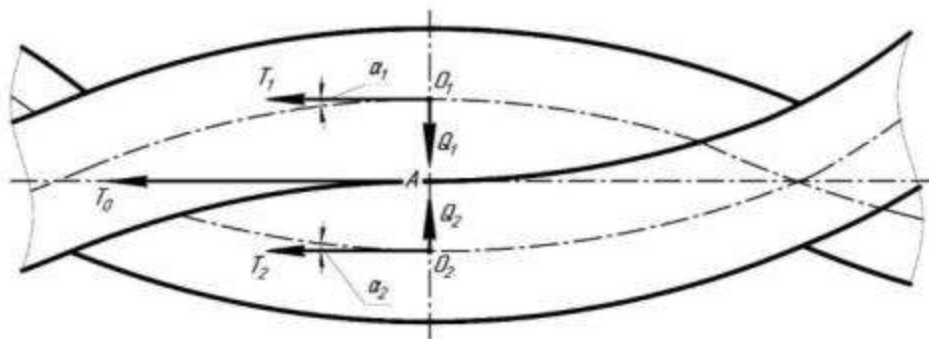


Рисунок 6. Схема взаимодействия сил на участке формирования крученой нити

Каждая из стренг находится под натяжением T_1 и T_2 , действующих в направлении силы T_0 параллельно общей оси крученой нити. Вектора сил T_1 и T_2 приложены в точках O_1 и O_2 расположенных на пересечении осей стренг №1 и №2 и плоскости перпендикулярной оси крученой нити в точке A .

Из правила сложения параллельных сил известно, что равнодействующая двух действующих на абсолютно твердое тело параллельных сил, направленных в одну сторону, равна по модулю сумме модулей слагаемых сил, им параллельна и направлена в ту же сторону. Линия действия равнодействующей проходит между точками приложения слагаемых сил на расстояниях от этих точек, обратно пропорциональных этим силам.

Условимся считать, что диаметры стренг №1 и №2 равны между собой, отсюда:

$$\frac{O_1 O_2}{T_0} = \frac{O_1 A}{T_1 \cos \alpha_1} = \frac{A O_2}{T_2 \cos \alpha_2}$$

Но наряду с силой, действующей вдоль общей оси крученой нити приложенной в точках O_1 и O_2 пресечения секущих плоскостей и осей стренг №1 и №2 соответственно в них приложены сжимающие силы в точках O_1 : $Q_1 = T_1 \sin \alpha_1$ и O_2 : $Q_2 = T_2 \sin \alpha_2$.

Изменение сжимающей силы Q на участке формирования представлено на рис. 7, натяжение стренг 20 сН.

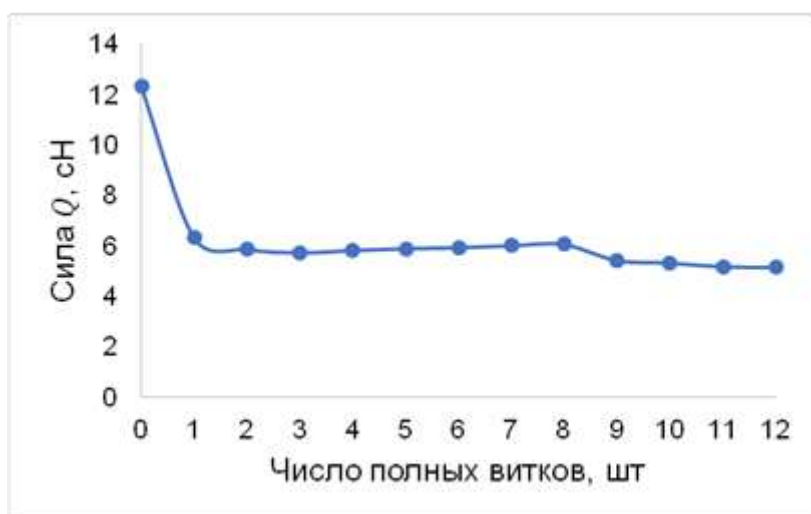


Рисунок 7. Изменение сжимающей силы на участке формирования

Выводы

1. Формирование крученых нитей по способу РПН на универсальном стенде происходит с существенными отличиями от кручения на кольцевых и этажных крутильных машинах.
2. Основным отличием заключается в том, что нити с входных бобин разнесенных в пространстве, раздельно подаются в зону кручения.
3. Этим обусловлено наличие переходного процесса в механической системе из стренг и крученой нити, как реакцию на приложенное к ней внешнего воздействия.
4. Формирование крученой нити происходит с переменным шагом и сопровождается уменьшением полной энергии в процессе формирования крученой нити.
5. Сжимающая сила максимальная в начальный период формирования нити оказывает значительное влияние на силовое взаимодействие стренг в крученой нити.

Список литературы

1. Рааг Ф.И., Дмитриев Л.С., Несслер А.М. и др. Однопроцессная крутильная машина. Авторское свидетельство 256567. Опубликовано 24.VI.1972. Бюллетень №20.
2. Мигушов. И.И. Механика текстильной нити и ткани. М, Легкая индустрия, 1980. 160с.
3. Щербаков В.П. Прикладная механика нити. М, МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. 301с.
4. Бархоткин Ю.К. Новые технические и технологические возможности кольцевой прядильной машины. Иваново. ОАО Издательство «Иваново», 2007. 200 с.
5. Медведев А. В. Разработка и исследование технологии получения трощено-крученых нитей из оксида алюминия. диссертация ... кандидата технических наук. - Москва, 2012. - 243 с.
6. www.npo-stekloplastic.ru/production/fiber-materials/silica-materials/yarns/
7. <http://multimedia.3m.com/mws/media/1327055O/3m-nextel-technical-reference-guide.pdf>.
8. Корицкий К.И. Инженерное проектирование текстильных материалов. М.: Легкая индустрия, 1971, 352 с.

СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ БЕТОННЫХ БАЛОК ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ EIGEN VIBRATIONS OF CONCRETE BEAMS WITH VARIABLE CROSS-SECTION

Гусев Борис Владимирович^{*}, Саурин Василий Васильевич^{**}
Gusev Boris Vladimirovich^{*}, Saurin Vasily Vasilevich^{**}

^{*} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)»

^{*} Federal State Institution of Higher Education «Russian University of Transport» (RUT - MIIT)".
127994, Moscow, 9b9 Obrazcova Street. (e-mail: info-rae@mail.ru)

^{**} Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, Москва, Россия

^{**} Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation. (e-mail: saurin@ipmnet.ru)

Аннотация. Обсуждается актуальность вопросов, связанных с изучением колебаний неоднородных балок. Сформулирована краевая задача нахождения собственных частот неоднородной балки. Исследованы возможности построения различных двусторонних энергетических оценок качества приближенных решений, вытекающих из метода интегродифференциальных соотношений. На примере свободных колебаний опертой бетонной балки исследованы численные аспекты построения приближенного решения.

Abstract. The relevance of issues related to the study of vibrations of inhomogeneous beams is discussed. The boundary value problem of finding the natural frequencies of an inhomogeneous is formulated. The possibilities of constructing various bilateral energy estimates of the approximate solution quality following from the method of integrodifferential relations are investigated. Using the example of free vibrations of a supported concrete beam, the numerical aspects of constructing an approximate solution.

Ключевые слова: динамика, балка переменного сечения, собственные колебания, численные методы, структурная неоднородность.

Key words: dynamics, a beam with a variable cross-section, eigenvibrations, numerical methods, structural inhomogeneity.

Многие балки, применяемые в технике и строительстве, характеризуются переменными геометрическими и физическими параметрами. Типичным случаем является коническая балка. Кроме того, например, балка при неравномерном распределении температуры имеет переменные физические свойства. Наличие переменных параметров значительно затрудняет динамический анализ таких объектов.

Изучение динамики конструкций в настоящее время становится все более важным для инженеров-строителей, поскольку многоэтажные сооружения становятся относительно более гибкими. Такая тенденция в строительстве, как правило, приводит к увеличению амплитуд колебаний зданий. Поэтому в некоторых случаях необходимо рассчитать динамические характеристики высотных конструкций уже на этапе проектирования. При анализе свободных колебаний консольных высотных зданий их можно моделировать, в первом приближении, балками с переменным поперечным сечением.

Поперечные колебания неоднородных балок изучались многочисленными исследователями вследствие их значимости для гражданского строительства. Эти исследования представляют из себя либо аналитические, либо приближенные решения. Более детальный обзор методов решения задач о колебаниях балок переменного сечения можно найти в [1].

Рассмотрим тонкую балку длины L , которая может быть описана уравнениями в рамках гипотез Эйлера-Бернулли. Плоские поперечные движения балки в рамках рассматриваемой модели описываются линейным уравнением в частных производных

$$\rho(x)y_{tt} + (EJ(x)y_{xx})_{xx} = q(x,t) \quad x \in (0, L). \quad (1)$$

Здесь y – поперечные перемещения точек центральной линии балки, ρ – линейная плотность материала балки, E – модуль Юнга, $q(x,t)$ – внешняя распределенная нагрузка, $J(x)$ – момент инерции поперечного сечения.

Введем новые переменные $p(t, x)$ и $m(t, x)$, которые характеризуют поведение системы и, в то же самое время, имеют ясный физический смысл. Функция $p(t, x)$ является линейной плотностью импульса, а $m(t, x)$ — изгибающим моментом в поперечном сечении балки.

Уравнения линейной теории, связывающие плотность импульса $p(t, x)$ со скоростями точек системы $y_t(x, t)$, а также момент $m(t, x)$ с кривизной балки $y_{xx}(x, t)$, вызванной изгибом, могут быть соответственно записаны в виде

$$\eta = 0, \quad \xi = 0. \quad (2)$$

Здесь введены вспомогательные функции η и ξ

$$\eta = y_t - \frac{p}{\rho}, \quad \xi = y_{xx} - \frac{m}{EJ}. \quad (3)$$

Используя соотношения (2), уравнение движения упругой балки (1), записанное в перемещениях, можно выразить через функции момента $m(t, x)$ и импульса $p(t, x)$:

$$p_t + m_{xx} = 0 \quad (4)$$

Для того чтобы сформулировать задачу нахождения собственных частот колебаний балки представим все введенные функции, которые зависят от времени, в виде

$$\begin{aligned} y(x, t) &= \tilde{y}(x)e^{i\omega t}, & p(x, t) &= \tilde{p}(x)e^{i\omega t}, & m(x, t) &= \tilde{m}(x)e^{i\omega t}, \\ \eta(x, t) &= \tilde{\eta}(x)e^{i\omega t}, & \xi(x, t) &= \tilde{\xi}(x)e^{i\omega t}. \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя функции из (5) соответственно в выражения (2), (3) и (4) получим

$$i\omega\tilde{y} - \frac{\tilde{p}}{\rho} = 0, \quad \tilde{y}_{xx} - \frac{\tilde{m}}{EJ} = 0, \quad (6)$$

$$\tilde{\eta} = i\omega\tilde{y} - \frac{\tilde{p}}{\rho}, \quad \tilde{\xi} = \tilde{y}_{xx} - \frac{\tilde{m}}{EJ}, \quad (7)$$

$$i\omega\tilde{p} + \tilde{m}_{xx} = 0. \quad (8)$$

В дальнейшем знак тильды опускается.

Из первого уравнения (6) и соотношения (8) можно получить в явном виде выражение для функции перемещений y относительно изгибающего момента

$$y = \frac{m_{xx}}{\rho(x)\omega^2}, \quad (9)$$

а из соотношения (8) получается выражение для функции импульсов относительно изгибающего момента

$$p = -\frac{m_{xx}}{i\omega}. \quad (10)$$

Подставляя (9) во второе уравнение из (6) получим обыкновенное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами для нахождения собственных частот колебаний балки

$$\left(\frac{m_{xx}}{\rho(x)\omega^2} \right)_{xx} - \frac{m}{EJ(x)} = 0 \quad (11)$$

Легко видеть, что при таком выборе переменных первое соотношение из (6) выполняется как тождество, в то время как уравнение (11) представляет из себя модификацию второго соотношения из (6) и, соответственно не равно нулю на приближенном решении.

В данной работе ограничимся рассмотрением случая простого опирания, когда отсутствуют перемещения и внешние моменты в торцевых сечениях стержня. Другими словами линейные граничные условия выражаются через краевые значения функций момента m в виде

$$\begin{aligned} x=0, \quad m=0, \quad m_{xx}=0, \\ x=1, \quad m=0, \quad m_{xx}=0. \end{aligned} \quad (12)$$

В предлагаемом подходе вместо уравнений состояния балки (2) вводится в рассмотрение одно интегральное соотношение, связывающее функции импульса P и момента m с функцией перемещений y .

В книге [3] дана следующая интегро-дифференциальная формулировка задачи о движении упругой балки (6) —: найти такие неизвестные поля плотности импульса P^* , момента m^* и перемещений y^* , которые удовлетворяют следующему интегральному соотношению

$$\Phi = \int_{\Omega} \varphi(p, m, y) d\Omega = 0, \quad \varphi = \frac{1}{2}(\rho\eta^2 + EJ\xi^2), \quad (13)$$

при строгом выполнении условий (8). Здесь введена область пространственно-временная область $\Omega = (0,1) \times (0,T)$ с границей $\partial\Omega$ в пространстве координаты x и времени t . Интеграл (13) вычисляется по прямоугольной области Ω ($\partial\Omega = dxdt$).

Подынтегральная функция, определенная в (13) через функции η и ξ из (7), является неотрицательной по построению. Из этого свойства следует, что интеграл Φ также неотрицателен для произвольных функций P , m и y . Это обстоятельство позволяет свести интегродифференциальную задачу (6), (8), (13) к следующей минимизационной. Найти такие допустимые функции P^* , m^* и y^* , которые доставляют минимальное (нулевое) значение функционалу Φ :

$$\Phi = \min_{p,m,y} \Phi(p, m, y) = 0 \quad (14)$$

при строгом выполнении ограничений (6), (8).

Функционал Φ можно переписать в следующем виде

$$\begin{aligned} \Phi = \Psi_1 - 2\Psi_2 + \Psi_3, \quad \Psi_i = \int_{\Omega} \psi_i(p, m, y) d\Omega, \quad i=1,2,3, \\ \psi_1 = \frac{1}{2}(-\rho\omega^2 y^2 + EJy_{xx}^2), \quad \psi_2 = \frac{1}{2}(i\omega p y + m y_{xx}), \quad \psi_3 = \frac{1}{2}\left(\frac{p^2}{\rho} + \frac{m^2}{EJ}\right). \end{aligned} \quad (15)$$

Подынтегральные выражения ψ_i , $i=1,2,3$ представляют собой различные представления линейной плотности полной механической энергии упругой балки. Интегральное качество приближенных функций P , m , y достоверно оценивается в соответствии с величиной безразмерного соотношения

$$\Delta_1 = \sqrt{\frac{\Psi_1 + \Psi_3}{2\Psi_2} - 1}. \quad (16)$$

Точность распределения энергии для некоторого допустимого движения $p(x,t)$, $m(x,t)$, $y(x,t)$ в области Ω характеризует подынтегральная функция $\varphi(p,m,y)$, определенная в (13).

В качестве примера рассмотрим различные железобетонные балки со следующими геометрическими характеристиками. Все балки имеют одинаковую длину $L=6\text{ м}$ и прямоугольное поперечное сечение с шириной $b=0.3\text{ м}=\text{const}$ и высотой $h=h(x)$, которая меняется по длине балки

$$h(x) = \left(\frac{h_1}{6} - \frac{1}{10} \right) x^2 + \frac{9}{10} - \frac{h_1}{2}. \quad (17)$$

Здесь управляющий параметр h_1 , который может изменяться в следующих пределах $0 \leq h_1 \leq 0.6\text{ м}$, представляет из себя значения строительной высоты на концах балки. Момент инерции сечения вычисляется по следующей формуле

$$J(x) = \frac{bh^3(x)}{12} = \frac{h^2(x)S(x)}{12}, \quad S(x) = bh(x). \quad (18)$$

Здесь $S(x)$ – площадь поперечного сечения.

Считается, что все балки выполнены из бетона тяжелого класса по прочности на сжатие B25 с модулем упругости $E = E_{25} = 3000\text{ МПа}$ и погонной плотностью $\rho(x) = \rho_v bh(x)$, где $\rho_v = 2300\text{ кг/м}^3$ – объемная плотность бетона. Все механические характеристики взяты из строительных норм и правил (СНиП 2.06.08-87).

Стоит отметить, что применение вариационной техники в такой задаче приводит к появлению комплексных собственных значений. Можно показать, что действительные собственные частоты приближенного спектра соответствуют точным значениям частот.

На Рис.1 показана характерная сходимость пяти первых собственных частот (кривые отмечены соответствующими номерами) относительно числа степеней свободы. Значения параметра Δ_1 приведены в логарифмическом масштабе. Можно отметить довольно быструю сходимость (экспоненциальную). Все линии линейно убывают с ростом числа степеней свободы.

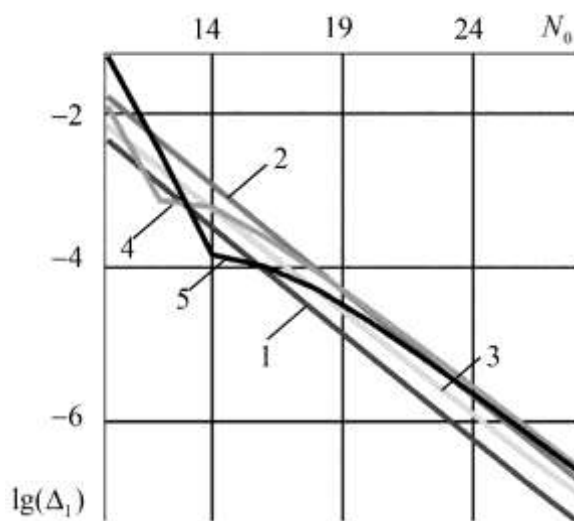


Рис. 1. Сходимость пяти первых собственных частот относительно числа степеней свободы

На Рис. 2 представлены в логарифмическом масштабе зависимости интеграла Δ_1 , введённого соотношением (16), от степени аппроксимации N_0 для первого и пятого собственных чисел (сплошные линии). Для сравнения пунктирными линиями показано изменение в логарифмическом масштабе положительного параметра $\text{Im}(\omega)/\text{Re}(\omega)$ от степени аппроксимации N_0 для первого и пятого собственных чисел. Сравнительный анализ значений комплексного и относительных погрешностей позволяет сделать предположение, что справедливо следующее соотношение

$$\left| \frac{\text{Im}(\omega)}{\text{Re}(\omega)} \right| \approx \sqrt{\frac{\Psi_1(\omega) + \Psi_3(\omega)}{2\Psi_2(\omega)}} - 1. \quad (19)$$

Другими словами, отношение мнимой и действительной частей собственной частоты довольно точно соответствует относительной энергетической погрешности Δ_1 .

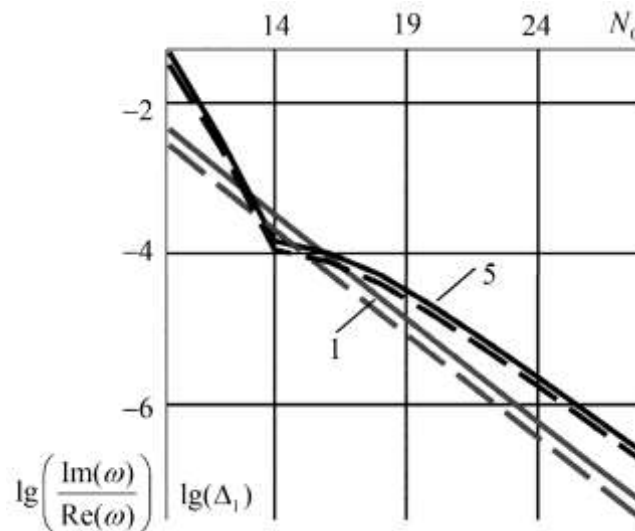


Рис. 2. Сходимость первой и пятой собственных частот относительно числа степеней свободы

Работа выполнена в рамках Госзадания № АААА-А17-117021310380-1 и при финансовой поддержке РФФИ (гранты 18-01-00812, 18-08-01346, 18-29-03228).

Список литературы

1. Гусев, Б.В., Саурин В.В. О колебаниях неоднородных балок. // Инженерный вестник Дона. Электронный научный журнал. 2017. №3, 40 С. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4312.
2. Kostin, G.V. and Saurin, V. V. Integrodifferential relations in linear elasticity. De Gruyter, Berlin, 2012. 280 p.
3. Kostin, G.V. and Saurin, V. V. Dynamics of solid structures. Method using integrodifferential relations. De Gruyter, Berlin, 2017. 305 p.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА ОСНОВЕ ПЛИС С
АРХИТЕКТУРОЙ FPGA В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ
MICROCONTROLLERS DESIGN BASED ON FPGA FOR CONTROL OF MOBILE
ROBOTS**

**Беспалов Михаил Евгеньевич, Монахов Владимир Иванович,
Минаева Наталья Викторовна
Bespalov Mikhail Evgenievich, Monahov Vladimir Ivanovich,
Minaeva Natalia Viktorovna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(fram_troll@inbox.ru, monvi1255@mail.ru, glafiraposad_71@mail.ru)*

Аннотация: В статье рассмотрено применение методов автоматизированного проектирования систем навигации и управления автономным мобильным роботом. В качестве аппаратной платформы предлагается использование FPGA&ARM «систем на кристалле». Представлен сравнительный анализ программных инструментальных средств разработки подобных систем.

Abstract: The article discusses the use of computer-aided design techniques for navigation and control of an autonomous mobile robot. The use of FPGA & ARM «Systems on a crystal» is proposed as a hardware platform. A comparative analysis of software tools for developing such systems is presented.

Ключевые слова: embedded systems, System-on-Chip, FPGA, HDL, SLAM, neural controller, mobile robotics.

Keywords: встраиваемые системы, система на кристалле, ПЛИС, HDL-языки, SLAM-навигация, нейроконтроллеры, мобильная робототехника.

Разработка встраиваемых систем интеллектуального управления мехатронными устройствами на основе применения программируемых интегральных микросхем (ПЛИС, англ. programmable logic device - PLD) требует создания оптимальных маршрутов проектирования устройств с архитектурой программируемой пользователем вентильной матрицы (ППВМ, англ. Field Programmed Gate Array - FPGA).

В отличие от ПЛИС с архитектурой сложных программируемых устройств (англ. Complex Programmable Logic Device - CPLD) ПЛИС FPGA имеет большее количество логических элементов и более гибкую архитектуру, позволяющую реализовывать специализированные системы с уникальными техническими характеристиками - системы цифровой обработки сигналов и изображений, системы жёсткого реального времени [1].

В настоящее время лидерами ПЛИС - технологий являются фирмы Xilinx и Altera (теперь, подразделение Intel).

Проектирование систем на основе ПЛИС предполагает программирование на языках описания аппаратных средств (HDL-языках). Такие языки подразделяются на языки низкого уровня (аналоги ассемблера) - PLDASM (фирма Intel), AHDL (Фирма Altera), ABEL (Фирма Xilinx), и языки высокого уровня - VHDL, Verilog, SystemC. Самым молодым языком HDL-уровня является System Verilog. Это сравнительно новый язык описания аппаратуры, созданный на основе языков Verilog и C++. Наряду с применением высокоуровневых HDL-языков в последнее время наметилась тенденция применения универсальных языков программирования, например, C/C++, с последующей конвертацией исходного программного кода в программируемую логику ПЛИС.

Использование ПЛИС при создании специализированных микроконтроллеров, например, нейроконтроллеров, возможно благодаря развитию так называемых «систем на

кристалле» (СнК, англ. System on Chip - SoC), объединивших в рамках единой платформы вычислительную мощность универсального процессора и достоинства программируемой логики ПЛИС. Основной причиной подобного объединения является неэффективность применения HDL-языков для реализации процессора на FPGA. Применение soft-процессоров NIOS II для Altera и MicroBlaze для Xilinx не обеспечивает быстродействия, необходимого создаваемому нейроконтроллеру.

При выборе программной среды разработки FPGA-проектов предпочтение часто отдаётся инструментам, соответствующим выбранной аппаратной платформе ПЛИС. Наиболее известными примерами аппаратных платформ умеренного ценового диапазона являются ZYNQ-7000 SoC (Xilinx) и Cyclone V (Intel, Altera), в частности, DevKit DE0-Nano-Soc. Данные платформы оснащены 32-битным многоядерным процессором ARM Cortex-A9 MPCore.

Средой разработки проектов FPGA на основе платформы Xilinx ZYNQ-7000 SoC является Vivado Design Environment Tool, а средой разработки программного обеспечения Xilinx Software Development Kit (SDK). При использовании СнК фирмы Intel потребуется среда разработки проектов FPGA Quartus Prime+ и среда разработки программного обеспечения ARM Development Studio 5 (DS-5 Altera Edition).

Среда Vivado Design Suite – это САПР, разработанная компанией Xilinx в 2013 году для синтеза и анализа устройств на языках HDL и заменившая свою заслуженную предшественницу - среду Xilinx ISE. Разработка специализированного контроллера проводилась в САПР Xilinx Vivado 2014.4 и Xilinx SDK 2014.4.

В качестве целевой платформы рассматривалось применение Zybo Z7: Zynq-7000 ARM/FPGA SoC Development Board.

Zybo Z7 - это многофункциональное, готовое к использованию встроенное программное обеспечение и плата для разработки цифровых схем, построенная на основе семейства Xilinx Zynq-7000. Zybo Z7 представляет второе поколение популярной платы Zybo, выпущенной в 2012 году и представлявшей в то время «облегченный» в функциональном отношении вариант аппаратной платформы ZedBoard. Семейство Zynq основано на архитектуре Xilinx All Programmable System-on-Chip (AP SoC), которая объединяет двухъядерный процессор ARM Cortex-A9 с логикой ПЛИС FPGA Xilinx седьмой серии. Zybo Z7 располагает богатым набором мультимедиа и периферийных устройств для создания мощного одноплатного компьютера, обладающего гибкостью, свойственной FPGA. Для работы с видео Zybo Z7 оснащён разъемом Pcam, совместимым с MIPI CSI-2, входным и выходным разъёмами HDMI, быстрой оперативной памятью класса DDR3L. Эти технические возможности позволяют рассматривать Zybo Z7 в качестве достойного кандидата на роль аппаратной платформы для создания встраиваемых приложений обработки видео высшего класса. Подключение дополнительного оборудования упрощается в Zybo Z7 благодаря наличию разъемов Pmod, что позволяет получить доступ к десяткам периферийных Pmod-плат из каталога Digilent, среди которых представлены и контроллеры двигателей, и датчики, и индикаторы, и многое другое.

На основе платы Zybo Z7 предполагается выполнить разработку системы SLAM-навигации автономного мобильного робота. Задача SLAM (англ. Simultaneous Localization And Mapping) заключается в одновременном картографировании роботом окружающей местности и определении собственного местонахождения на построенной карте. Решение задачи SLAM-навигации планируется на основе разработки нейросетевой системы обработки и анализа видео изображения окружающей обстановки.

Список литературы

1. Беспалов М.Е. Робояхтинг как основа междисциплинарного практикума. // В кн: сборник материалов Пятнадцатой открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации». 11-12 мая 2017 г. – Архангельск: Северный (Арктический) Федеральный Университет, 2017. – С. 50-52.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
КОМПОЗИТНОГО АВИАСТРОЕНИЯ
TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF MECHANICS AND AUTOMATION OF
COMPOSITE AVIATION**

Боголюбов Владимир Семенович* , Малков Игорь Владиславович
Bogolyubov Vladimir Semenovich, Malkov Igor Vladislavovich**

**Российская инженерная академия, Россия, Москва*

**Russian engineering academy, Russia, Moscow*

(e-mail:bogsampe@gmail.com)

***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «Харьковский
авиационный институт», Украина, Харьков*

***National aerospace university the name of N.E. Zhukovski the "Kharkov aviation institute",
Ukraine, Kharkiv*

(e-mail:i.v.malkov@mail.ru)

Аннотация: Представлены результаты анализа перспектив развития структуры некоторых основных технологических процессов изготовления конструкций из ПКМ. Оценена степень автоматизации и механизации технологических процессов и снижение трудоемкости изготовления элементов конструкций.

Abstract: The results of the analysis of the prospects for the development of the structure of some basic technological processes for the manufacture of structures from PCM are presented. The degree of automation and mechanization of technological processes and the reduction in the labor intensity of manufacturing structural elements are estimated.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, автоматизация технологических процессов, летательные аппараты.

Keywords: polymer composite materials, automation of technological processes, aircraft.

Применение композиционных материалов (КМ) в конструкциях летательных аппаратов вызвано необходимостью снижения массы, экономии топлива, уменьшения производственных и эксплуатационных затрат, а также решения ряда проблем, связанных надежностью и увеличением ресурса.

Объемы применения КМ в производимых летательных аппаратах увеличиваются, что требует создания новых видов производства, оборудования и новых технологий. Специфика создания полимерного композиционного материала (ПКМ) одновременно с формированием конструкции детали или узла определяет необходимость изыскания специальных автоматизированных технологий, оборудования и технологической оснастки, направленных на обеспечение стабильности реализации заданных свойств при ее изготовлении и эксплуатации.

Одним из главных условий достижения успеха в этих направлениях, наряду с инженерными разработками и технико-экономическим анализом, является решение сложных технологических задач механики тонкостенных конструкций из КМ [1].

Применяемые в настоящее время в конструкциях пассажирских самолетов и вертолетов ПКМ представляют собой, в основном, угле-, стекло- и органопластики на основе эпоксидных или эпоксифенольных связующих.

Опыт создания этих конструкций показал, что необходимо стремиться к достижению оптимального соотношения уровня их свойств и объемов применения. Стремление к неоправданному применению материалов с наиболее высокими механическими характеристиками приводит к усложнению технологии, удорожанию конструкции в

производстве и эксплуатации. Величина минимального (критического) объема применения КМ в конструкциях, определяющая экономическую целесообразность их применения с учетом затрат на организацию производства зависит от типа конструкции и может колебаться в широких пределах. Например, для конструкции планера она составляет 20-25%.

При объемах применения углепластиков до 10% по массе экономически целесообразно использовать материалы с прочностью монослоя около 1000 МПа. Из этих материалов изготавливаются слабо нагруженные детали: люки, створки, зализы.

Применение углепластиков с прочностью более 1500 МПа позволяет достичь объемов применения 15-20% (элементы конструкции крыла, оперения, фюзеляжа). При этом может быть достигнута не только экономическая целесообразность применения, но и снижение массы конструкции, улучшение ее тактико-технических характеристик: уменьшение расхода топлива, увеличение дальности полета, скороподъемности, полезной нагрузки и т.п.

Экономически выгодно использовать углепластики с прочностью 2000-3000 МПа в конструкциях, обеспечивающих достижение объемов их применения выше 25% от массы планера. В этом случае снижение массы настолько велико, что может быть реализовано в конструкциях с принципиально иными тактико-техническими характеристиками и аэродинамическими формами (летающее крыло и т.п.).

К числу технологических мероприятий, направленных на уменьшение массы самолетных конструкций из ПКМ относятся также: рациональное конструирование под автоматические методы; создание интегральных конструкций; уменьшение количества соединений; уменьшение коэффициента запаса прочности.

Структура производства технологических процессов и оборудования существенно отличается от традиционного “металлического” авиастроения. На самолетостроительных заводах уменьшаются объемы металлургических заготовительных производств, сокращается парк металлорежущего оборудования.

Развитие эффективности технологий определяется степенью их механизации и автоматизации, обеспечивающей стабильность свойств композитов, высокую производительность изготовления и экологическую чистоту производства. Так коэффициент вариации механических характеристик значительно уменьшается (с 25% до 5%) при повышении степени механизации и автоматизации производства (с 10% до 60%).

На рис.1 представлены результаты анализа перспектив развития структуры некоторых основных технологических процессов изготовления конструкций из ПКМ до 2020года. При этом степень автоматизации и механизации технологических процессов повышается до 50-60%, что обеспечивает снижение трудоемкости изготовления до 8-5 нормо-час/кг конструкций.

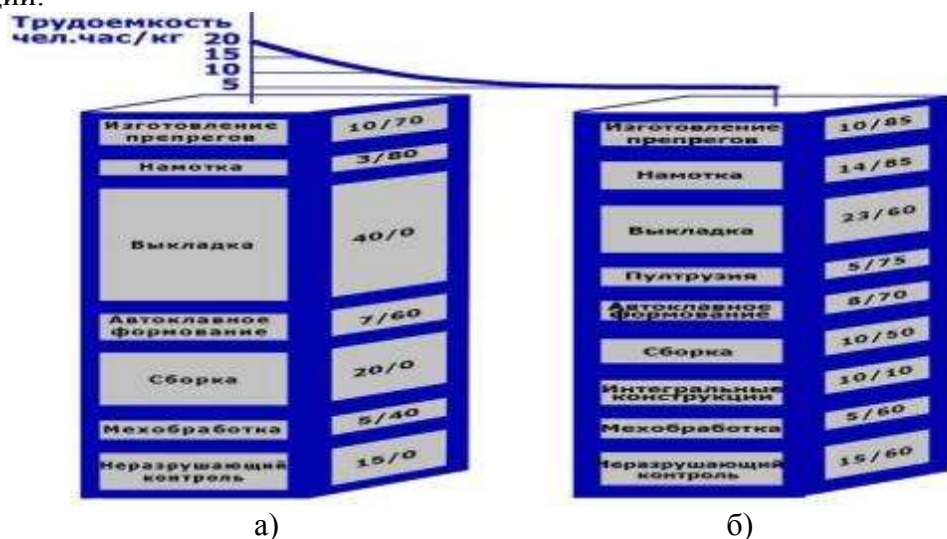


Рис.1. Изменение структуры основных технологических процессов изготовления авиационных конструкций из ПКМ и степени их автоматизации (удельный объем процесса/степень автоматизации, %): а – в 2000г.; б – в 2015-2020г.г.

Намотка – высокопроизводительный автоматизированный процесс с высокой точностью контроля технологических факторов. В авиапромышленности СНГ разработано и эксплуатируется специализированное намоточное оборудование с ЧПУ типа НК, позволяющее изготавливать конструкции диаметром 2,5м и длиной до 12 метров. Перспективы развития этого процесса и оборудования состоят в увеличении конструктивной сложности деталей и их размеров (детали незамкнутого профиля, некруглого сечения, диаметром до 6 метров). В результате удельный объем этого процесса должен увеличиться до 10-15% с одновременным увеличением степени автоматизации. Удельный объем процесса выкладки за счет этого сократится, а степень его автоматизации увеличится в результате внедрения специального автоматизированного оборудования. Значительно перераспределяется удельный объем сборочных работ, изначально выполнявшихся вручную, благодаря внедрению технологий интегральных конструкций и большого количества механизированного инструмента. Степень автоматизации неразрушающего контроля конструкций будет увеличена путем создания специализированного оборудования.

В основе разработки технологических процессов изготовления конструкций из полимерных композиционных материалов и их автоматизации лежат математические модели явлений, происходящих в заготовках отдельных составляющих КМ, а также работы технологического оборудования и оснастки.

Структурная схема автоматизированной системы управления технологической подготовкой производства деталей из полимерных и металлополимерных композиционных материалов представлена двумя направлениями формирования деталей из композитных материалов: путем автоклавного формования и изготовления формообразующей оснастки и обводообразующих деталей планера самолета из слоистых металлополимерных заготовок.

Исследования процессов отверждения позволяют на основе решения термо-химико-механических задач оптимизировать режимы технологического процесса, рассчитать микро- и макронапряжения в изделии.

Математическое моделирование процессов отверждения позволяет рассчитать технологические деформации и дает возможность проектировать автоматизированные технологические процессы и технологическую оснастку для высокоточного формообразования деталей из полимерных композитов.

Температурный режим оказывает определяющее влияние на процессы отверждения, поэтому необходимым этапом разработок является решение нестационарных задач теплопроводности.

Технологические процессы изготовления тонкостенных изделий из слоистых металлополимерных листовых заготовок разрабатываются на основе постановки специальных обратных и прямых задач теорий упругопластического и вязкопластического деформирования тонких оболочек.

Программы, разработанные для решения этих классов задач, образуют программную основу для САПР технологических процессов, с помощью которой можно решать, как частные, так и общие задачи проектирования оснастки, выбора оборудования и режимов изготовления деталей авиационных конструкций из ПКМ.

Задачи разработки технологических процессов изготовления изделий из КМ относятся к классу плохо формализуемых. Большое разнообразие типов КМ, технологий их изготовления, противоречивость технических и технологических требований вынуждает строить систему проектирования технологических процессов не как проблемную программу, ориентированную на фиксированный класс задач, а как структурированный комплекс программных средств, с помощью которого создаются пакеты программ, предназначенные для проектирования конкретных технологических процессов.

Основной задачей разработки автоматизированной системы является сокращение сроков и трудоемкости проектирования технологических процессов, повышение технологичности и качества конструкций из КМ, расширение номенклатуры изделий для

конкретных технологических процессов и повышение коэффициента использования материала.

Разработана структурно-логическая схема принятия решений и анализа вариантов при создании конструкций и технологии производства изделий из КМ.

Этапы разработки технологических процессов могут существенно варьироваться для различных конструкций из КМ, но можно выделить определенные общие стадии проектирования.

Анализ условий эксплуатации конструкций и исходные технические требования являются базой для выбора типа КМ и конкретных конструктивных особенностей КМ (расчет схемы армирования, геометрических характеристик заполнителей, механических и технологических свойств полимерных связующих и т.п.)

Следующим этапом является выбор вида технологического процесса, проектирование (или выбор) оборудования и оснастки. Автоматизированная система должна позволить на этом этапе осуществить оптимизацию технологических процессов по заданным критериям качества.

Наиболее перспективными являются технологические процессы производства изделий из КМ с высоким уровнем механизации и автоматизации управления (например, намотка, пултрузия и т.д.). Для таких процессов логическим является разработка программ для устройств ЧПУ технологическим оборудованием.

Система позволяет использовать результаты научных исследований в области математического моделирования технологических процессов изготовления изделий из КМ, накапливать и обобщать технологический опыт для эффективного применения вычислительной техники для решения научных и прикладных задач в области производства изделий авиационной техники.

Система может быть расширена, позволяет включать в свой состав дополнительные функции, математические модели и базы данных. Интеллектуальная надстройка системы обеспечивает диалоговый режим работы и активное участие проектировщика в процессе работы автоматизированной системы.

Список литературы

1. Сироткин О.С., Боголюбов В.С., Тарасов Ю.М. Технологические задачи механики и автоматизация композитного авиастроения// Материалы Двадцать восьмой международной конференции «Композиционные материалы в промышленности», 26–30 мая 2008 г., г. Ялта, Крым. – С.576-578.

УДК 519.876.5: 677.024: 53.09

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ УДЛИНЕНИЯ И РАЗРЫВА ТКАНОГО ПОЛОТНА COMPUTER SIMULATION OF THE STATISTICAL DYNAMICS OF WAVING FABRIC ELONGATION AND BREAKING

**Севостьянов Петр Алексеевич, Самойлова Татьяна Алексеевна
Petr A. Sevostyanov, Tatyana A. Samoylova**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: petrsev46@yandex.ru, tasamo89@yandex.ru)*

Аннотация: Разработан алгоритм компьютерной имитации статистической динамики удлинения ткани до разрыва образца. Результаты моделирования в виде полей деформаций

дают наглядную картину динамики развития деформации и разрыва ткани, адекватную известным особенностям накопления деформации и разрыва вдоль поперечных (уточных) нитей ткани, которые отличают его от разрыва других материалов.

Abstract: An algorithm for computer simulation of elongation's statistical dynamics to rupture of the sample was developed. The simulation results in the form of deformation fields give a clear picture of the deformation and rupture dynamics, adequate to the known features of the deformation and rupture accumulation along the weft, which distinguish it from the rupture of other materials.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, деформация, удлинение, тканое полотно.

Keywords: computer modeling, deformation, elongation, woven fabric.

Деформация и разрыв тканого полотна принципиально отличается от разрушения сплошных кристаллических или аморфных твердых материалов и полимеров и от разрушения композитных материалов [1, 2]. В первом случае разрушение связано с возникновением и развитием трещин. На их контурах происходит концентрация напряжений и деформаций, причем, чем больше напряжения и деформации вокруг трещины, тем быстрее она развивается и тем большую область захватывает. Разрушение композитного материала происходит как вероятностный процесс, распределенный в течение всего времени разрушения по всему объему материала [3, 4, 5, 6].

Процесс разрыва тканого полотна происходит в несколько стадий. При удлинении ткани напряжения и деформации распределяются по площади образца более или менее равномерно. При удлинении вдоль основы уточные нити остаются практически не нагруженными. Их задача - упрочнить основные нити и перераспределить внешнюю нагрузку более или менее равномерно между всеми основными нитями. С нарастанием нагрузки во все большей и большей мере проявляются различия в прочностных свойствах нитей основы на длинах порядка элемента ткани, т.е. размера перекрытия нитей основы и утка. Эти длины соизмеримы с толщиной нитей. Неравномерность в линейной плотности нитей, их механической прочности и прочности образующих нить волокон, в силах трения и сцепления между волокнами проявляются все сильнее и приводят к различной деформации участков основных нитей в элементе ткани между соседними нитями утка. Возникает эффект положительной обратной связи: чем больше была нарушена структура и прочность локального участка основной нити, тем больше деформируется этот участок нити на последующих этапах удлинения.

Возникает также и коллективный эффект: ослабление одной из нитей основы в элементе ткани приводит к перераспределению нагрузки на остальные нити основы в этом же элементе ткани [7]. Аналогичная ситуация возникает в пучке параллельных удлиняемых нитей [8]. Когда одна из них рвется, нагрузка перераспределяется на еще не разорвавшиеся нити, но в случае ткани этот "пучок" очень короткий: его длина в пределах одного перекрытия нитей основы и утка. Вследствие указанных особенностей модель динамики удлинения и разрыва тканого полотна не сводится к моделям деформируемых сплошных сред, полимерных или композитных материалов или пучков параллельных нитей основы, упрочненных благодаря их взаимодействию с нитями утка. Уток не только упрочняет нити основы при их перекрытии и взаимодействии, но и перераспределяет нагрузку между нитями основы.

С учетом этих представлений был разработан алгоритм и на его основе компьютерная модель для имитации динамики развития деформации в прямоугольном образце тканого полотна, которое удлиняется вдоль нитей основы с постоянной скоростью, включая появление изменений в структуре полотна вплоть до разрыва отделочных нитей основы. Модель имитирует процесс монотонного удлинения (полуциклового испытания [9]) прямоугольного образца тканого полотна вдоль основных нитей до возникновения в нем областей разрыва и позволила детально исследовать динамику этих процессов [2, 5]. Деформация удлинения образца в основном связана с удлинением участков основы,

расположенных между областями их перекрытия уточными нитями, поскольку в этих областях общая прочность и жесткость материала существенно превышают эти же характеристики нитей основы вследствие тесного взаимодействия: трения и сцепления между основой и утком. Деформация образца содержит также и случайные вариации, приводящие к различной величине этих деформаций для разных элементов ткани. Эти вариации связаны с вариациями в строении нитей основы, свойствах волокон, особенностях перекрытия нитей и др. Если удлинение образца происходит достаточно быстро, эластическая составляющая деформаций не успевает развиться, и ее можно исключить из рассмотрения.

Для имитации разрыва ткани необходимо учитывать значения предельной разрывной нагрузки и относительного разрывного удлинения для каждого участка основных нитей. Кроме того, следует учитывать коллективное взаимодействие нитей в структуре ткани. Эти особенности поведения нитей в образце в процессе разрыва были учтены в модели с помощью включенной в нее формулы для расчета перераспределения удлинения нитей основы, которые еще остались неразорванными на данном участке образца и на текущий момент времени t

$$\varepsilon(i, j, t + 1) = \varepsilon(i, j, t) + P_{\max}(k) \exp\left(-\frac{|i - i_{\max}(k)|}{at}\right) \exp\left(-\frac{|j - j_{\max}(k)|}{bt}\right)$$

где $\varepsilon(i, j, t)$ – относительная деформация j -й нити основы в элементе ткани между i -й и $i+1$ -й нитями утка в момент t , P_{\max} – приращение деформации вследствие удлинения образца в области локальной концентрации напряжения в образце ткани, k – номер участка локальной концентрации деформации. Включенные в формулу параметры at и bt зависят от t и от переплетения и свойств образующих его нитей. Они задают перераспределение деформации между соседними участками ткани. Экспоненциальный закон убывания этого перераспределения с увеличением расстояния между нитями был обоснован в [2]. Эти параметры не поддаются теоретической оценке и могут быть оценены экспериментально. Приведенный в [5] алгоритм имитации и его программная реализация позволили получить имитацию динамики разрыва образца ткани, которую лучше и полнее всего можно отобразить двумерными полями распределения деформации по площади образца на разных этапах растяжения и разрыва.

С нарастанием удлинения образца на статистически однородном фоне деформации нитей постепенно появляются нарушения, которые затем развиваются, перераспределяются по площади образца, пока не происходит разрыв вдоль одной из уточных нитей. Развитие неоднородности деформации, появление «очагов» возможных разрывов и концентрация деформации вокруг этих областей показаны на рис.1а,1б и рис.2. Отметим нелинейный характер нарастания дислокаций. Если на первых 60–70% циклов однородность образца практически не нарушалась (происходило накопление деформации в пределах существовавшей структуры ткани), то, начиная с некоторого уровня деформации, нарастание размера дислокаций происходит лавинообразно.

В качестве показателей статистической неоднородности двумерного поля деформаций $\varepsilon(i, j)$ для оценки динамики развития деформации и разрыва были выбраны гистограммы удлинения участков нитей основы перед началом удлинения ($C = 0$), за 5 шагов удлинения ($C = \text{end}-5$), за 3 шага до разрыва ($C = \text{end} - 3$), при разрыве ($C = \text{end}$), которые приведены на рис.3. По оси абсцисс для большей информативности рисунка использован логарифмический масштаб. На рисунке видно существенное изменение не только абсолютных значений удлинения, но и формы распределения. Последнее является доказательством хаотизации деформации и лавинообразного развития процесса разрыва. Для изучения динамики разрыва необходимы специфические механико-статистические методы, примером которых является описываемая модель. Физико-механические и геометрические свойства нитей и ткани в областях деформаций, далеких от разрыва, могут быть использованы лишь как начальные

условия для соответствующих компьютерных нелинейных моделей статистической динамики.

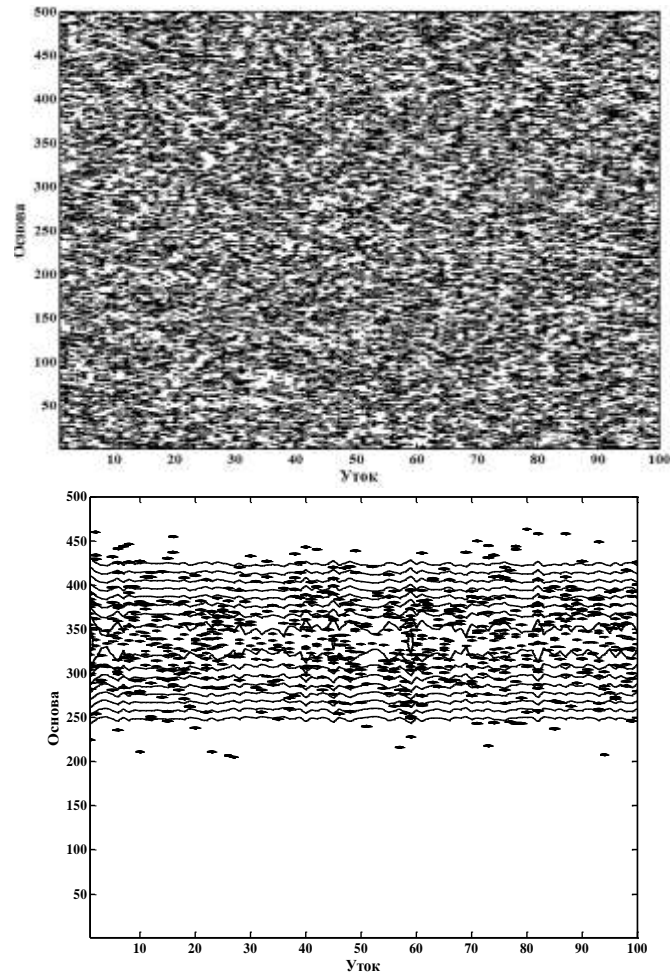


Рис.1. а) Статистически однородное поле распределения деформации в образце ткани на начальном этапе удлинения; б) Локализация деформаций в элементах ткани вдоль группы уточных нитей

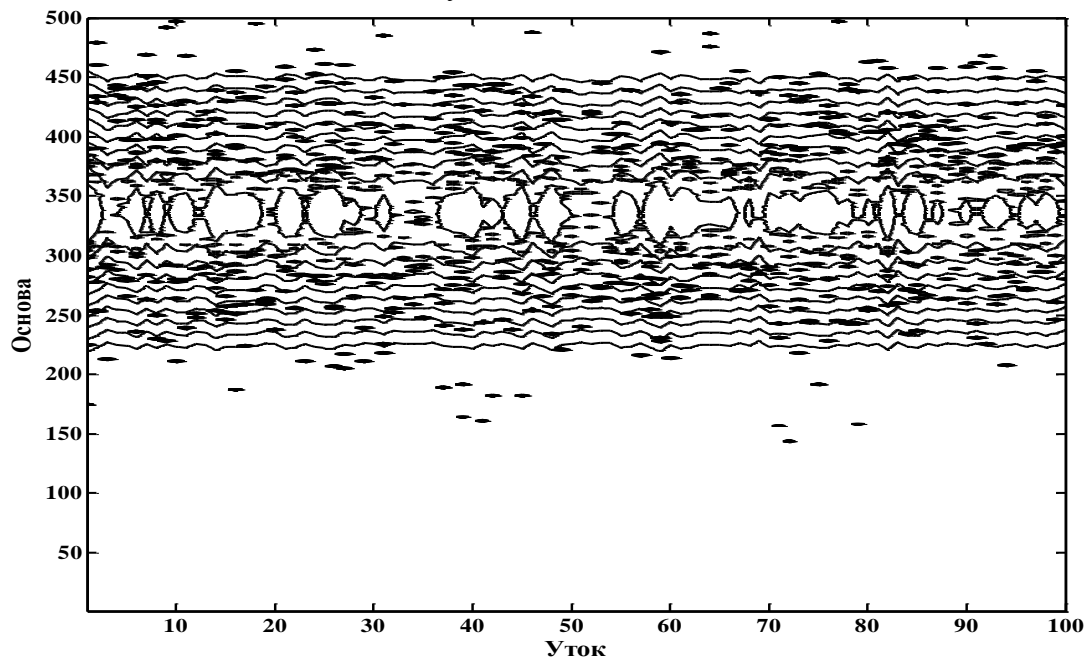


Рис.2. Образование разрывов основы вдоль уточных нитей при локализации деформации ткани на конечном этапе непосредственно перед полным разрывом нитей основы

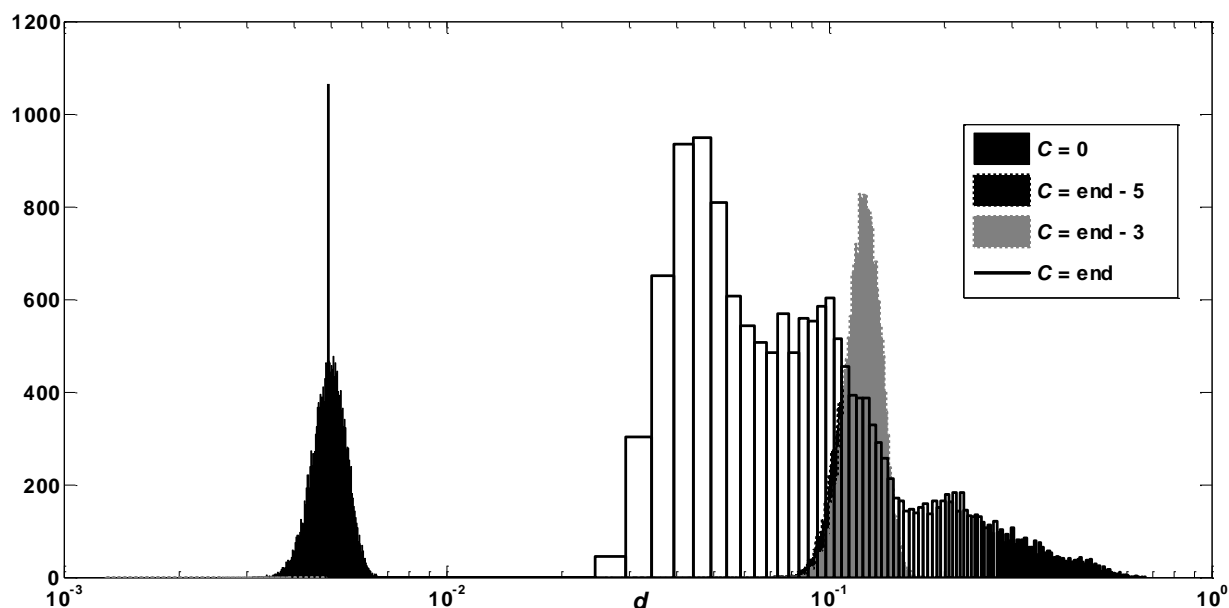


Рис.3 Гистограммы удлинения участков нитей основы до удлинения ($C = 0$), за 5 циклов ($C = \text{end}-5$), за 3 цикла до разрыва ($C = \text{end}-3$), при разрыве ($C = \text{end}$)

Список литературы

1. Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В. Структурные уровни деформации твердых тел // Новосибирск: Наука. 1985. – 254 с.
2. Севостьянов П.А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов: монография // - М.: «Тисо Принт». 2013. – 254 с.
3. Забродин Д.А., Севостьянов П.А. Моделирование потери свойств текстильных материалов как задача теории надежности // Химические волокна. 2009. № 4. С.41 – 43.
4. Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Дасюк П.Е., Баландин Е.А. Статистическое компьютерное моделирование одноосного растяжения тканого полотна методом конечных элементов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. № 6, - С.102-105.
5. Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Дасюк П.Е., Пучкова Н.М. Модель удлинения и разрыва ткани с учетом статистических вариаций параметров нитей и структуры. // Химические волокна. 2014. №6. С.47-52.
6. Севостьянов П.А. Статистическая имитация растяжения и разрыва пряжи. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1981. №3. С.9 – 13.
7. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Простая конечноэлементная модель удлинения образца тканого полотна. Технологии и материалы. Витебский государственный технический университет, г. Витебск, Респ. Беларусь, 2018 г. № 1, с.33-36.
8. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Динамика удлинения и разрыва комплексных нитей и ее связь со свойствами элементарных нитей при моделировании полуволновых деформаций. Химические волокна – 2017. - № 2. – с. 64-66.
9. Кукин Г.Н. Лабораторный практикум по курсу «Учение о волокнистых материалах» / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, Ф.Х. Садыкова, А.Г. Монастырский. Под ред. Г.Н. Кукина – М.: Государственное научно-техническое изд-во легкой пром-сти. 1952. – 300 с.

ЦЕМЕНТЫ БУДУЩЕГО CEMENTS OF THE FUTURE

Сивков Сергей Павлович
Sivkov Sergei Pavlovich

*Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia
(e-mail: sivkov@muctr.ru)*

Аннотация: Портландцемент является основным видом строительных материалов, однако его производство является экологически вредным и наносит вред окружающей среде. Рассмотрены технологии производства и основные свойства перспективных, экологически дружелюбных видов вяжущих материалов, способных в будущем заменить портландцемент.

Abstract: Portland cement is the main construction material but its production harms the environment. The article discusses the technology of production and basic properties of a promising, environmentally friendly types of binding materials capable in the future to replace the Portland cement.

Ключевые слова: портландцемент, экология, геополимерный цемент, процессы поликонденсации, цементы карбонатного твердения, биоцементы

Keywords: Portland cement, ecology, geopolymer cement, cements with polycondensation curing, carbonate hardening cements, biocements

Цемент является наиболее распространенным видом строительных материалов. Его производство в мире постоянно увеличивается и, при сохранении нынешних тенденций, к 2050–2055 годам может достигнуть 5 млрд. т/год. Вместе с тем производство цемента чрезвычайно ресурсо- и энергоемко, а при его производстве выделяется большое количество парниковых газов – оксидов азота NO_x , серы SO_2 и диоксида углерода CO_2 . Различными способами (повышением энергоэффективности, применением альтернативных видов топлива, замещением клинкера добавками и т.п.) выбросы парниковых газов при производстве портландцемента можно снизить до 1,90–1,93 млрд. т/год, но эта цифра остается огромной, оставляя производство цемента экологически вредным [1].

Вот почему учеными во всем мире постоянно ведутся поиски новых видов вяжущих материалов, более предпочтительных с точки зрения экологии, которые могли бы полностью или хотя бы частично заменить портландцемент при строительстве различных зданий, сооружений и конструкций. Некоторые из этих исследований продвинулись далеко вперед, а результаты научных разработок уже с успехом внедряются в производство.

Целью настоящей статьи является анализ возможности замены портландцемента на более экологически предпочтительные виды вяжущих материалов в бетонах, используемых при строительстве объектов различного назначения. Среди большого разнообразия подобных цементов более подробно хотелось бы остановиться на двух из них: геополимерных цементах и цементах карбонатного твердения.

Геополимерные цементы. Геополимерный цемент – общее название вяжущих материалов, получаемых путем взаимодействия двух компонентов: алюмосиликатного и щелочного, в качестве которого используются гидроксиды металлов первой группы таблицы Менделеева (Na, K и/или Li) или их растворимые силикаты. В качестве алюмосиликатного компонента можно использовать тонкоизмельченные обожженные глины, вулканические (туфы, пеплы) и осадочные (цеолиты) породы, золы ТЭС, шлаки [2].

На первом этапе их твердения под действием щелочного компонента происходит деполимеризация алюмосиликатного компонента с образованием изолированных алюмосиликатных тетраэдров или более сложных структур, в которых избыточный отрицательный заряд уравнивается катионами щелочных металлов. На втором этапе за счет сдвига кислотно-основного равновесия или просто удаления избытка воды происходит обратная полимеризация тетраэдров SiO_4^{4-} и AlO_4^{5-} с образованием 3D аморфной или полукристаллической структуры, связывающей частицы вяжущего между собой.

Частным случаем геополимерных цементов можно считать грунтосиликатные цементы, разработанные в 50-х годах прошлого века В.Д.Глуховским, или шлакощелочные цементы, развиваемые его учениками.

В настоящее время геополимерные цементы широко изучаются компаниями Geopolymer Institute (Франция), Geopolymer Alliance и Zeobond group (Австралия).

Технология производства геополимерных цементов чрезвычайно проста. Она заключается в совместном помолу алюмосиликатного и щелочного компонентов или в затворении тонкоизмельченного алюмосиликатного компонента раствором щелочного компонента. Однако для обеспечения схватывания, быстрого роста прочности и водостойкости геополимерного цемента необходимо поддерживать в его составе строго определенное соотношение $\text{SiO}_2: \text{Al}_2\text{O}_3$ с одной стороны и $\text{Al}_2\text{O}_3: \text{R}_2\text{O}$ с другой, либо использовать специальные добавки – интенсификаторы и регуляторы процессов деполимеризации и полимеризации кремнеалюмоокислородных анионов.

Преимуществами геополимерных цементов являются широкая сырьевая база их производства, отсутствие необходимости (в ряде случаев) обжига сырья, невысокий удельный расход энергии на измельчение цемента, практическое отсутствие выбросов CO_2 .

Геополимерные цементы демонстрируют высокую раннюю (R_4 час. – до 20 МПа) и марочную (R_{28} сут. – до 90 МПа) прочность, высокую (до 15 МПа через 28 сут.) прочность при изгибе, низкую усадку и малое тепловыделение при твердении, высокую плотность, коррозионную стойкость и морозостойкость. К недостаткам этих цементов можно отнести высокий модуль Юнга и связанную с этим повышенную хрупкость затвердевшего материала.

В настоящее время компанией Zeobond group при строительстве аэропорта в Брисбене (Австралия) уложено более 70 тыс. м^3 бетона на геополимерном цементе. Компанией Geopolymer Alliance продвигается E-Crete – геополимерный бетон, предназначенный для строительства гидротехнических сооружений, дорог, производства тротуарных плит.

Несмотря на очевидные экологические преимущества и простоту технологии производства, геополимерные цементы пока не нашли широкого применения в строительстве. Причинами этого являются многочисленные неясности в химии данного цемента, малая изученность свойств бетонов на его основе, отсутствие отечественной нормативной базы, касающейся геополимерных цементов. Кроме того, отечественные цементные компании не заинтересованы в появлении конкурентноспособного вяжущего материала и не финансируют подобные разработки. Однако, несмотря на это, геополимерные цементы представляются наиболее вероятным продуктом, который может явиться альтернативой портландцементу в ближайшие десятилетия.

Цементы карбонатного твердения. В последние десятилетия в научно-технической литературе появились сообщения о разработке нового, экологически-дружественного класса цементов, так называемых «carbon negative cements». Считается, что при производстве и применении таких цементов углекислый газ не только не выделяется в атмосферу, но и, наоборот, связывается в нерастворимое состояние в составе затвердевшего материала. В качестве типичного примера цементов карбонатного твердения выступают цементы Solidia и Novocem.

Твердение цементов основано на процессе карбонизации соединений кальция или магния и образовании соответствующих карбонатов. Прочность затвердевших цементов обеспечивается микрокристаллами карбонатов, соединяющих частицы вяжущего между собой.

Компания Solidia Technologies (США) и консорциум компаний, включающий такого известного производителя цемента, как Lafarge, продвигают на строительный рынок вяжущее карбонатного твердения Solidia [3]. Данное вяжущее получают путем обжига до спекания при температурах до 1250 °С сырьевой смеси, обеспечивающей преобладание в готовом продукте смеси низкоосновных силикатов волластонита $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и ранкинита $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, с последующим его тонким измельчением. После смешивания вяжущего с минеральным заполнителем (песком) и увлажнением смеси из неё методом вибропрессования формируются изделия необходимой формы. Отформованные изделия помещаются в специальные резервуары-автоклавы, где они обрабатываются CO_2 под давлением в несколько атмосфер и затвердевают.

Сообщается, что прочность затвердевшего цемента Solidia при сжатии достигает 70 МПа. Затвердевший материал обладает высокой плотностью, морозостойкостью и коррозионной стойкостью.

По нашему мнению, в формирование прочностной структуры твердеющего цемента Solidia большой вклад вносит не только процесс карбонизации силикатов кальция с образованием CaCO_3 , но и 3D-сетка SiO_2 , образующаяся из полимерных тетраэдров SiO_4^{4-} , выделяющихся в результате разложения силикатов кальция.

Наиболее рациональными областями применения Solidia является производство блоков из плотного бетона и пенобетона, бетонных плит, тротуарных блоков и панелей, в том числе окрашенных минеральными пигментами.

Технология производства другого цемента карбонатного твердения, названного Novacem и впервые предложенного строительным департаментом Imperial College (Англия) [4], несколько отличается от технологии Solidia. В качестве сырьевых материалов для производства Novacem используются природные силикаты магния. На первом этапе производства измельченный силикат магния подвергается карбонизации путем обработки CO_2 . В результате карбонизации образуются карбонат магния MgCO_3 и SiO_2 . На втором этапе смесь MgCO_3 и SiO_2 обжигается при температуре 700°С, в результате чего образуется смесь MgO и SiO_2 , а выделяющийся углекислый газ направляется на первую стадию процесса производства.

Тонкоизмельченная смесь MgO и SiO_2 – это, собственно, и есть цемент Novacem. Формование и твердение изделий осуществляется таким же способом, как и при использовании цемента Solidia. Отмечается, что при твердении цемента Novacem дополнительно образуются гидросиликаты магния, упрочняющие структуру затвердевшего материала. Novacem имеет те же рациональные области применения, что и Solidia.

За последние 10–15 лет стремительно возрастает количество публикаций, посвященных использованию биоминерализации для получения различных строительных материалов. Биоминерализация – это осаждение минеральных веществ, главным образом карбоната кальция CaCO_3 , в результате жизнедеятельности микроорганизмов – цианобактерий, водорослей и др. Так, например, бактерии семейства уробактерий *B. Subtilis*, *B. Pasteurii* и др. вырабатывают гидролитический фермент группы амидаз – уреазу, инициирующую серию химических реакций окисления мочевины, конечными продуктами которых являются угольная кислота H_2CO_3 и аммиак NH_3 . В свою очередь, при наличии в растворе ионов Ca^{2+} , последние взаимодействуют с угольной кислотой с образованием карбоната кальция. Как и в случае цементов карбонатного твердения, выделяющиеся микрокристаллы CaCO_3 образуют своеобразные «контактные мостики» между частицами наполнителя, формируя прочностную структуру материала. Уробактерии не патогенны и не опасны для человека.

Обычно биоцементом называют смесь культуры уробактерий в питательной среде, карбамида, источника ионов Ca^{2+} (CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) и наполнителя – песка любого происхождения.

Свойства биоцемента непостоянны. Они зависят от вида и активности бактерий, концентрации карбамида и ионов Ca^{2+} в растворе и др. Наиболее рациональными областями применения биоцементов являются изготовление грунтопесчаных блоков, укрепление и

иммобилизация барханных песков, повышение несущей способности аллювиальных грунтов, укрепление оснований дорог, улучшение свойств строительных материалов на основе цементного бетона.

Интересно, что применение биоцемента для поверхностной обработки бетона приводит к самозалечиванию трещин на его поверхности, уплотнению структуры и повышению непроницаемости поверхностного слоя. Однако, как показали наши исследования, прочностные характеристики материала при этом не восстанавливаются.

Поскольку работа с растворами культур бактерий представляет определенные трудности, разработаны методы перевода бактерий в состояние спор, адсорбированных на поверхности минерального или полимерного носителя. В таком виде споры могут храниться длительное время, а сухие биодобавки могут легко вводиться в состав растворов, бетонных или сухих строительных смесей для повышения их плотности, непроницаемости, прочностных характеристик затвердевшего материала.

Большой интерес представляют пока практически не изученные вяжущие материалы, объединяющие в себе технологии цементов карбонатного твердения типа Solidia или Novacem и биоцементов. Полученные по технологиям Solidia или Novacem низкоосновные силикаты кальция или MgO в таких вяжущих материалах будут выступать в роли источника щелочноземельных ионов, а продукт жизнедеятельности бактерий из биоцементов – угольная кислота – использоваться для карбонизации и твердения цементов. В этом случае отпадает необходимость в постороннем источнике CO₂ для твердения цементов, что позволяет приблизить технологию их применения к традиционной, с использованием портландцемента.

В 50^{-х} годах двадцатого века было выполнено много работ по использованию процесса карбонизации для ускорения твердения и улучшения свойств вяжущих материалов на основе портландцемента или вяжущих автоклавного твердения.

Было установлено, что карбонизация приводит не только к уплотнению поверхностного слоя затвердевшего материала, но и увеличивает его коррозионную стойкость и морозостойкость. Кроме того, сочетание тепловлажностной обработки и карбонизации изделий на основе портландцемента позволяет заметно сократить длительность твердения и увеличить скорость оборачиваемости форм. Наиболее эффективно процесс карбонизации протекает в случае твердения изделий без формы, например, после виброуплотнения, так как в этом случае обеспечивается большая поверхность, через которую CO₂ диффундирует в объем материала.

Метод карбонизации можно использовать для инициализации процесса поликонденсации кремнекислородных анионов и ускорения твердения геополимерных вяжущих материалов.

Процесс карбонизации менее чувствителен к условиям протекания химической реакции, чем процесс гидратации. Так, например, ряд добавок, тормозящих или полностью блокирующих процесс гидратации цемента (например, борная кислота и ее соли), практически не влияют на скорость его карбонизации. Вследствие этого вяжущие материалы карбонатного твердения могут использоваться там, где использование обычных портландцементов является невозможным, например, при иммобилизации и захоронении высококонцентрированных жидких радиоактивных отходов и др.

Заключение. Анализ различных видов цементов, представляемых в научно-технической литературе как альтернатива портландцементу, показывает, что полноценной замены портландцементу нет и в ближайшие десятилетия он будет оставаться основным видом строительных материалов. Тем не менее, некоторые альтернативные виды вяжущих материалов, такие, как геополимерные цементы и цементы карбонатного твердения, могут широко использоваться для строительства дорог, аэродромов, гидротехнических сооружений уже в ближайшее время и скорость их внедрения в производство будет зависеть от активности и спроса потребителей на данные виды цементов.

Остальные представленные разновидности новых вяжущих материалов имеют ограниченные области использования и еще долгое время будут оставаться вспомогательными видами цементов для применения в том или ином конкретном случае.

Список литературы

1. Proceeding of 7th International VDZ Congress "Process Technology of Cement Manufacturing", 25-27 September 2013, Dusseldorf, 227 p.
2. URL: Geopolymer cement and Geopolymer Concrete // 2019, <https://www.geopolymer.org/applications/geopolymer-cement/>
3. URL: <http://solidiatech.com/mission/technology/>
4. URL: <http://www.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/50161701.PDF>
5. De Muynck W., Debrouwer D., De Belie N., Verstraete W. Bacterial carbonate precipitation improves the durability of cementitious materials // Cem. Concr. Res., 2008, Vol. 38, pp.1005–1014.

УДК 636.632

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ОВЦЕВОДСТВЕ SELECTION ACHIEVEMENTS IN DOMESTIC SHEEP BREEDING

Балакирев Николай Александрович *, **Юлдашбаев Юсупжан Артыкович ****,
Разумеев Константин Эдуардович ***, **Арилов Анатолий Нимеевич ******,
Хататаев Салауди Абдулхаджиевич *****, **Абдулмуслимов А.М.**
Balakirev Nikolai Alexandrovich *, **Yuldashbaev Yusupzhan Artykovich ****,
Razumeev Konstantin Eduardovich ***, **Arilov Anatoly Nimeevich ******,
Chatataev Salaudi A. *****, **Abdulmuslimov A.M.**

**Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии
имени К.И. Скрябина, Россия, Москва*

*** Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Россия, Москва*

*** Russian State Agrarian University – MAА named after K.A. Timiryazev, Russia, Moscow*

**** Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва*
**** The Kosygin State University of Russia, Moscow*

*****Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия,
Республика Калмыкия, Элиста*

*****Kalmykian research institute of agriculture, Russia, Republik of Kalmykia, Elista*

******Всероссийский научно-исследовательский институт племенного животноводства,
Россия, Московская область*

****** Russian Research Institute of Animal Breeding, Russia, Moscow Area*

Аннотация: Приведены актуальные данные о развитии отечественного овцеводства, направлениях, породах и породных типах, созданных многолетними усилиями ученых и специалистов в различных регионах Российской Федерации.

Abstracts: Current situation in various directions of sheep farming, breeds and types of domestic sheep, developed after many years of research of scientists and experts in different regions of Russian Federation

Ключевые слова: отечественное овцеводство, направления, породы и породные типы овец

Keywords: domestic sheep farming, directions, breeds, types of sheep

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации определила в качестве одной из стратегических задач увеличение емкости рынка продуктов питания животноводческого происхождения и установила критерий самообеспеченности отечественного рынка мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо) на уровне не менее 85%. Тем не менее, Россия продолжает оставаться крупнейшим импортером мяса и мясной продукции. В настоящее время почти 27% мясного рынка страны формируется за счет импортных ресурсов, что превышает безопасный уровень на 12 процентных пунктов. Удельный вес России в мировом производстве мяса значительно ниже ее потенциала и составляет около 2%. Это наносит ущерб экономике страны и определяет необходимость проведения исследований, направленных на увеличение отечественного производства мяса, снижение импортной зависимости государства, с учетом значимости и специфики отдельных отраслей мясного подкомплекса.

Овцеводство – отрасль, не имеющая себе равных по разнообразию видов производимой продукции, соответственно оно обладает огромными генетическими ресурсами. На территории России разводят свыше 40 пород овец различных направлений продуктивности, что обусловлено большим разнообразием природно-климатических зон. На сегодняшний день, вследствие экономической ситуации в стране в последние двадцать лет, многие породы овец России находятся на грани вымирания, перерождения или в ненадежном положении, т.е. численность породы постоянно уменьшается. Проблема сохранения генофонда сельскохозяйственных животных важна, так как имеет непосредственное отношение к производству различных видов продукции животноводства. Необходимо сохранять и поддерживать в нормальном состоянии все разводимые породы овец, особое внимание следует обращать на аборигенные породы, т.к. именно они обладают уникальными биологическими качествами и способны производить разные виды продукции в жестких природно-климатических условиях.

Располагая 80,4 миллионами гектаров естественных сенокосов, пастбищ и залежных земель, Россия импортирует не только шерсть, баранину, 95% которой поступает в замороженном виде, но и субпродукты. Производство овцеводческой продукции для товаропроизводителей убыточно, имеет место организационно-экономическое, технологическое и техническое отставание отрасли. Негативные последствия этого проявляются не только в экономических, но и социальных аспектах, приводят к неполному использованию пастбищных угодий, а в отдельных случаях и утрате контроля над территориями. Сложившаяся ситуация не отвечает национальным интересам.

Придание нового импульса развитию овцеводства является важной народнохозяйственной задачей, в ходе решения которой необходимо совершить не столько восстановление, сколько обновление отрасли на основе необходимых структурных, породных, технологических изменений. Важным условием ее реализации является активизация инновационной деятельности.

За последние годы учеными и практиками овцеводами создано более двадцати принципиально новых типов и пород овец с повышенными показателями продуктивности и потребительскими свойствами производимой продукции: южная мясная; буубей; агинская; кулундинская; ташлинская породы; тип солнечный (цигайская порода); тип горный (тувинская короткожирнохвостая порода); степной тип (тувинская короткожирнохвостая порода); аксарайский тип (советская мясо-шерстная порода); удмуртский тип (советская мясо-шерстная порода); догойский тип (забайкальская порода); аргунский тип (забайкальская порода); прикатунский тип (горноалтайская порода) и многие другие.

Исходя из опыта селекции в овцеводстве прошлого столетия, можно вынести следующий урок: необходимо иметь широкий спектр генетических ресурсов, т.к. постоянно и почти непредсказуемо происходит изменение требований к сельскохозяйственным животным. К примеру, на сегодняшний день овцеводство оказалось неспособным обеспечить население мясной продукцией в необходимом количестве, т.к. производство баранины требует наличия специализированных мясных и мясосальных пород. В середине XIX века

все тонкорунные и полутонкорунные породы выведены методом поглотительного и в дальнейшем воспроизводительного скрещивания животных грубошерстных пород тонкорунными и полутонкорунными баранами, как отечественной, так и импортной селекции. Резко сократилось количество курдючных мясосальных пород.

Изменение требований может происходить не только из-за изменений экономической ситуации, но и из-за появления новых видов одежды, прибавлении знаний о полезности пищи, распространении новых видов заболеваний и разработке новых вакцин, новых способов управления поголовьем, внедрении новых видов кормов, а также из-за изменения природно-климатических условий.

Из 42 пород, разводимых в РФ, по данным ВНИИПЛЕМ 12 пород относятся к грубошерстным в количестве 1 млн. 340 тыс. или 33% от общего поголовья. (22,7 млн). За последние 15 лет доля тонкорунных пород овец снизилась на 24%, тогда как грубошерстного направления повысилась в 6 раз. Наиболее многочисленные грубошерстные породы: карачаевская – 321 тыс.голов, тувинская – 245 тыс. гол, андийская – 191 тыс, эдильбаевская - 153 тыс, и лезгинская – 130 тыс. Возросло поголовье грубошерстных овец буубей на 36%, калмыцкой - 35%, тушинской на 9%.

Существенно изменилось распределение поголовья по категориям хозяйств. Если в 1990 г. 70,6% овец содержалось в сельскохозяйственных организациях, а 29,4% в личных подсобных хозяйствах населения, то в настоящее время удельный вес овец и коз в сельхозпредприятиях составил только 20% (4,4 млн. голов), в хозяйствах населения достиг 52%, 28% содержится в крестьянских (фермерских) хозяйствах.

Сельскохозяйственные организации утратили ведущую роль в производстве шерсти и мяса овец. Потеряли свою значимость многие племенные хозяйства, значительная часть генетически наиболее ценного поголовья была реализована, как товарные животные.

В настоящее время хозяйства населения производят 54% шерсти и 72% баранины, доля К(Ф)Х составляет соответственно 26% и 19%, сельскохозяйственных организаций – только 20 и 9%.

Сельскохозяйственные организации полностью сократили поголовье овец асканийской, вятской; горьковской; кучугуровской пород. На грани исчезновения находятся куйбышевская, русская длинношерстная породы. Поголовье овец сальской породы составляет 2,1 тыс. голов, а линкольн – кубанский тип лишь 800 голов. Малочисленность этих пород овец может уже в ближайшие годы привести к их полному исчезновению с территории Российской Федерации и нанесет урон генофонду овцеводства страны.

Более половины овец сосредоточено в личных подсобных хозяйствах населения с крайне слабыми возможностями для племенной работы, интенсификации производства, использования достижений науки. Воспроизводство в них осуществляется по экстенсивному типу и не обеспечивает приемлемых темпов роста и объемов производства продукции. В среднем за последние 10 лет среднегодовой темп роста производства шерсти составил 3,3%; баранины – 2,7%.

Племенная база отрасли в 2016 году была представлена 220 племенными организациями. В эту категорию входили 4 селекционно-генетических центра, 49 племенных заводов, 150 племенных репродукторов и 17 генофондных хозяйств с общей численностью поголовья около 1,5 млн. голов, в том числе почти 920 тыс. голов овцематок. По тонкорунным породам имелось 102 племенные организации, по полутонкорунным – 17 и по грубошерстным 98 племенных организаций.

К основным критериям работы племенных хозяйств относится объем племенной продажи, который определяется в значительной степени численностью ягнят при отъеме от овцематок и их сохранностью. В расчёте на 100 маток в племенных организациях России всех категорий в 2016 году было получено к отъёму 98 ягнят, в том числе в племенных заводах этот показатель составил 97 голов. Он варьировал по направлениям продуктивности и породам. По тонкорунным породам он составил 98 и 98 голов, по полутонкорунным – 102 и 109 голов, грубошерстным – 97 и 93 головы и полугрубошерстным – 98 и 96 голов

соответственно. В племенных заводах по романовской породе в расчёте на 100 маток было отбито по 198 ягнят, в племенных репродукторах – по 199 голов и в генофондных хозяйствах – по 247 голов. По сравнению с 2000 годом выход ягнят в расчёте на 100 племенных маток к отъёму возрос на 20 голов.

Общий объём реализации племенных овец в 2016 году составил 138 тыс. голов, в том числе 44,6 тыс. голов племенных баранов. Среди реализованных баранов доля животных класса элита составила 18% и I класса – 35%, в их числе – 46% животных текущего года рождения. Классный состав реализованного маточного поголовья следующий: элита – 23%, первого класса – 26% и текущего года рождения – 49%. Таким образом, в расчёте на 100 племенных маток в целом по всем породам реализовано 16,2 головы племенного молодняка.

Благодаря высокому уровню селекционно-племенной работы, лучшей кормовой базе и кадровому потенциалу, продуктивность овец в племенных организациях выше, чем в целом в сельскохозяйственных организациях: по настригу шерсти – на 31,8%, по выходу ягнят на 100 маток при рождении - на 16 голов.

Мировой опыт и отечественная практика подтверждают, что наибольшего успеха в развитии животноводства достигают те хозяйства, где умело, сочетают условия кормления и содержания животных с хорошо поставленной племенной работой, с использованием репродуктивных информационных и геномных технологий, на которых будет основана селекция XXI века. Это залог продовольственной и генетической безопасности государства, здоровья нации, ее развития и силы влияния на мировом рынке наиболее значимых для человека продуктов питания животного происхождения.

Список литературы

1. Ежегодник по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах РФ (2017) // Москва, ВНИИплем.- 2018.
2. Двалишвили, В.Н. Российское овцеводство – современное состояние // www.agrodel.livejournal.com.
3. Долгих, О.С. Особенности развития отечественного овцеводства и козоводства. <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-otechestvennogo-ovtsevodstva-i-kozovodstva> // О.С. Долгих, Т.Н. Вахнина, А.А. Москалев.
4. Мельникова, Е.С. Овцеводство и козоводство: тенденции и развитие / Е.С. Мельникова // Символ науки, 2016. – № 4. – С.61-65.
5. Сельское хозяйство России: акцент на овцеводстве. <http://www.aitax—agro.ru/ru/press/view/5>.
6. Трофименко С.П. Характеристика пород овец, разводимых в Калмыкии, и оценка их генетического потенциала с использованием генетических маркеров. Дис. ...канд.б.наук: 06.02.01/ С.П. Трофименко - 2009. 122с.
7. Юлдашбаев Ю.А., Арилов А.Н., Неговора В.Ф., Бачаев Б.Ц. Курдючное овцеводство – фактор увеличения мясных ресурсов Калмыкии // Зоотехния. 2010. № 5. С.12-13.

BREAKTHROUGH IN IMPACT AND EARTHQUAKE ISOLATION

Bek M. *, von Bernstorff B. **, Gussev B.V. **, and Emri I. *

**Center for Experimental Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana, Ljubljana 1125, Slovenia*

*** International Academy of Engineering, Moscow, Russia*

Abstract: In this paper, we demonstrate performance of the new generation vibration isolation based on the patented *Dissipative bulk and granular systems technology*. This technology uses polymeric materials in granular form to enhance their dynamic properties by exposing them to “self-pressurization”, which shifts material energy absorptions maximum towards lower frequencies, to match the excitation frequency and/or rate of dynamic loading to which a mechanical system is exposed. In the case of TPU materials the stiffness and energy absorption capability of an isolation may be increased between 10 to 100 times.

Keywords: Vibration- and impact-isolation, Granular viscoelastic materials, Energy dissipation, Effect of pressure.

1. Introduction

The role of vibrations and impact protection is to minimize kinetic energy transmission between the source and surrounding (receiver) [1, 2]. The effectiveness of an isolation is determined by parameters such as mass, stiffness and damping of an isolation [3]. Polymers are commonly used as isolations due to their good damping properties through viscose mechanisms, low specific density and good design and production flexibility [4]. However, their main drawback is low stiffness [5]. Comparing stiffness and damping of different polymeric materials, shows that the two properties are contradictory. Hence, polymers with high damping (energy absorption capability), typically elastomeric materials, have lower stiffness compared to polymers with lower damping, typically thermoplastic polymers [6, 7]. Due to their lower stiffness, polymers with higher damping are usually not used for vibration isolation. In addition, these materials exhibit maximal values of damping (energy absorption) at high frequencies, often at frequencies far away from working range of machines and devices. It becomes clear, that at present, we do not have available solutions allowing us to utilize the full damping potential that especially elastomeric materials offer. In order to overcome these drawbacks of polymeric materials (limited stiffness and maximal damping at high frequencies), we need to find an approach (i) how to increase isolation stiffness, and (ii) how to shift maximal values of material damping towards lower frequencies. We have solved the two issues with the patented *Dissipative bulk and granular systems technology* [8], which utilizes two scientific findings:

(a) We found that by exposing polymeric materials to selected hydrostatic pressure [9, 10], causes a shift of mechanical properties to lower frequencies. Hence, by selecting a proper (elastomeric) material with high damping properties and exposing it to a selected hydrostatic pressure, we can match the frequency range where material exhibits its maximal dissipation properties with the excitation or resonance frequency range of a vibrating structure. Using this principle, materials energy dissipation properties can be enhanced for several orders of magnitude. Unfortunately, pressures required for substantial change of damping properties may be quite high, i.e., from 50 - 100MPa, and even higher. Exposing bulk materials to such pressure levels in uniaxial compression will inevitably lead to appearance of cracks due to excessive accompanying shear stresses, and eventually to material failure. We have solved this problem with an inventive patented solution described below.

(b) We have realized that granular materials with a proper particles size-distribution may exhibit a flow-like behavior while maintaining all properties of a bulk material. To study the

flowability of granular materials we have used the self-developed GFA apparatus (Granular Friction Analyzer) [11], which allows studying the ability of granular materials to flow in case when driving force is high (hydrostatic) pressure. Based on the studies of granular materials flowability we have concluded that polymeric granular materials with proper particles size-distribution may be used as a pressurizing media (similar as air in tires) to impose hydrostatic pressure on themselves (i.e., self-pressurization) and, as a result, change frequency dependence of their own damping properties. With a proper adjustment of the hydrostatic pressure, we can also adjust the stiffness of the damping element (again, similar as with air in tiers). Since energy dissipation of a damping element is proportional to the volume of used granular materials, whereas the stiffness in addition depends on geometry of a damping element, the two parameters (damping and stiffness) may be adjusted independently.

Objectives and Methodology

The aim of the investigation was to analyze how much one can enhance performance of an impact and vibration isolation by using existing polymeric materials in breakthrough Granular damping elements (GDE), that are based on the patented Dissipative bulk and granular systems technology [1]. We have analyzed pressure dependence of three BASF Elastollan® materials, i.e., 1190A, 1175A, and 1195D in frequency domain, that are commonly used in manufacturing of vibration isolation.

Shear relaxation experiments were performed at selected temperatures and pressures to obtain the mastercurves by using the time-temperature-pressure superposition principle and the FMT model. The obtained time-domain data were then interconverted into the frequency-domain. Finally, we have assembled the dynamic data and the material pressure dependence into 3D diagrams that vividly show the improvement of the GDE isolation efficiency. Details of these procedures may be found in [12].

Results and analysis

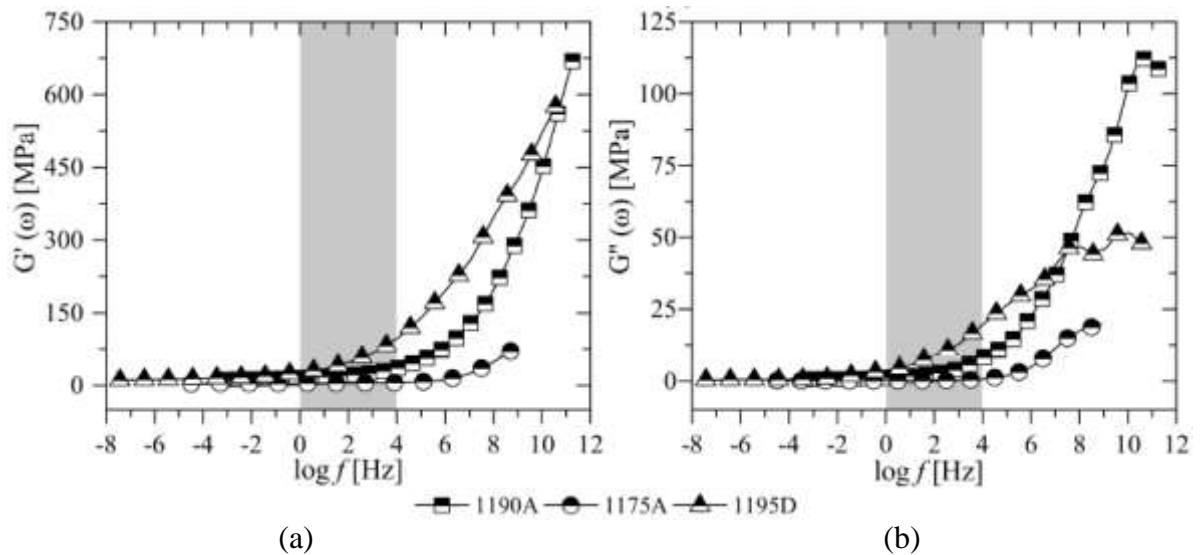
The storage, $G'(\omega)$, and the loss, $G''(\omega)$, moduli for the three materials are shown in Fig.1, where the shaded area indicates the frequency range that is of interest for engineering applications. The storage modulus $G'(\omega)$, which defines the vibro-isolation stiffness, increases with excitation frequency for about 100 times for 1190A and 1195D, and for about 10 times for 1175A. The loss modulus $G''(\omega)$, which defines the damping ability of a vibro-isolation, also increases with excitation frequency for all three materials, again for about 100 times for 1190A and 1195D, and for about 10 times for 1175A.

Combining the information on dynamic viscoelastic material functions presented in Fig.1 with materials pressure dependence, we may construct 3D diagrams showing interrelation between the storage, $G'(\omega)$, and the loss, $G''(\omega)$, moduli, excitation frequency, and the hydrostatic pressure to which material is exposed. The results are shown in Fig.2a for the storage modulus $G'(\omega)$, and in Fig.2b for the loss modulus $G''(\omega)$. The 3D diagrams vividly show material functions hydrostatic pressure and excitation frequency dependence. The differences between the three materials are obvious, particularly when comparing their loss moduli.

From the obtained results, one may conclude:

- The vibro-isolation stiffness, defined by $G'(\omega)$, may be increased with hydrostatic pressure for about 100 times for 1190A and 1195D, and for about 10 times for 1175A.
- The vibro-isolation energy absorption capability, defined by $G''(\omega)$, may be increased with hydrostatic pressure for about 100 times for 1190A and 1195D, and for about 10 times for 1175A.

In conclusion, the material 1190A seems to be the most promising among the three TPU materials for the new generation impact and vibration isolation. Besides having the largest values of loss modulus $G''(\omega)$ it is also the most sensitive to pressure. Meaning, that even at relatively small applied hydrostatic pressures the increase of loss modulus $G''(\omega)$ is higher compared to the other two materials.



(b) Fig.1. The storage, $G'(\omega)$, and the loss, $G''(\omega)$, moduli for the three materials, at (c) $T_{ref}=20^{\circ}\text{C}$ and $P_{ref}=0.1\text{MPa}$ [2]

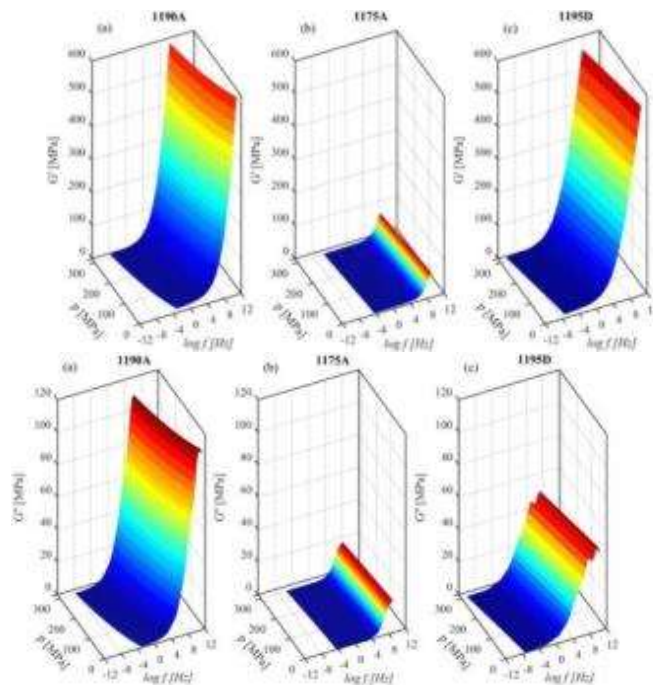


Fig.2. Pressure and excitation frequency dependence of (a) storage $G'(\omega)$, and (b) loss, $G''(\omega)$, moduli for the three materials, at $T_{ref}=20^{\circ}\text{C}$ and $P_{ref}=0.1\text{MPa}$ [2]

Acknowledgement

The authors wish to thank Uroš Mavec and Ernest Tripodi for their contribution in performing shear relaxation measurements, and BASF for their generous donation of TPU materials. We also want to acknowledge the partial financial support of the Slovenian Research Founding Agency, under the contract P2-0264.

References

- [1] C. Hansen, Effects of low-frequency noise and vibration on people (Brentwood, UK, 2007).
- [2] M. J. Crocker, Handbook of noise and vibration control (John Wiley & Sons, 2007).
- [3] D. D. L. Chung, Journal of Materials Science 36, 5733 (2001)
- [4] E. I. Rivin, Passive vibration isolation (Asme press New York, 2003) p. 432.

- [5] R. Lakes, Viscoelastic Materials (Cambridge University Press, 2009).
- [6] D. I. G. Jones, Handbook of viscoelastic vibration damping (John Wiley & Sons, 2001).
- [7] R. S. Lakes, Journal of Composite Materials 36 (2002), 10.1106/002199802023538.
- [8] I. Emri and B. von Bernstorff, "Dissipative bulk and granular systems technology", (2016), patent EP2700839.
- [9] I. Emri and T. Prodan, Experimental mechanics 46, 429 (2006).
- [10] A. Kralj, T. Prodan, and I. Emri, Journal of Rheology 45, 929 (2001).
- [11] M. Bek, J. Gonzalez-Gutierrez, J. A. M. Lopez, D. Bregant, and I. Emri, Powder Technology 288, 255 (2016).
- [12] M. Bek, J. Betjes, B. von Bernstorff, and I. Emri, Viscoelasticity of the new generation TPU vibration isolation, Submitted to Physics of Fluids
- [13] W. G. Knauss, I. Emri, and H. Lu, Mechanics of Polymers: Viscoelasticity. In W. N. Sharpe (Ed.), Springer Handbook of Experimental Solid Mechanics (Springer Verlag, 2008) pp. 49-96
- [14] R. Fillers and N. Tschoegl, Transactions of the Society of Rheology 21, 51 (1977).
- [15] W. Moonan and N. Tschoegl, Macromolecules 16, 55 (1983)

УДК 613.2/637.04.

**ПРИНЦИПЫ ОБОГАЩЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТОВ
РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
THE PRINCIPLES OF ENRICHMENT IN TRACE ELEMENTS OF PRODUCTS
OF VEGETABLE AND ANIMAL ORIGIN**

**Касьянов Геннадий Иванович, Магомедов Артур Магомедович,
Медведев Александр Михайлович, Мишкевич Эвелина Юрьевна
Kasyanov Gennady Ivanovich, Magomedov Arthur Magomedovich,
Medvedev Alexander Mikhailovich, Mishkevich Evelyn Yurievna**

*Кубанский государственный технологический университет, Россия, г. Краснодар
Kuban state technological University, Russia, Krasnodar
(e-mail g_kasjanov@mail.ru, bestbid@mail.ru, aleks.docs@yandex.ru,
evelina.mishkevitch@yandex.ru)*

Аннотация. Разработан инновационный способ обогащения пищевых продуктов биодоступными формами йода, кобальта, марганца и селена, прошедшими биотрансформацию через организм животных и растений. Способ заключается в нанесении неорганических солей на инертный носитель типа пищевых волокон и включения комплекса в рацион комбикормов для опытной группы животных или в состав удобрений.

Annotation. Developed an innovative method for the enrichment of foods with bioavailable forms of iodine, cobalt, manganese, and selenium that undergo biotransformation through the body of animals and plants. The method consists in applying inorganic salts to an inert carrier such as dietary fiber and the inclusion of the complex in the diet of animal feed for the experimental group of animals or fertilizers.

Ключевые слова: эссенциальные микроэлементы, йод, кобальт, марганец, селен
Key words: essential trace elements, iodine, cobalt, manganese, selenium

Трудами многих исследователей установлена важная роль микроэлементов в формировании иммунной защиты организма человека. Такие микроэлементы как йод, кобальт, марганец и селен, входят в состав ферментов и витаминов, и считаются

незаменимыми (эссенциальными). Некоторые микроэлементы входят в состав морепродуктов и СО₂-экстрактов, предназначенных для обогащения пищевых продуктов [1-3]. Работами Мишанина А.Ю., Мишанина Ю.Ф. и Хворостовой Т.Ю. установлено, что можно скорректировать рацион и восполнить дефицит микронутриентов в питании человека за счет натуральных добавок, что имеет большое научное и практическое значение, особенно для эндемических регионов страны с недостатком микроэлементов [4, 8].

В работах Рашидовой Г.М. с коллегами, описаны эксперименты по обогащению мясорастительных продуктов эссенциальными микроэлементами [5-7, 9].

Наибольшую ценность для организма человека представляют органические формы йода, участвующие в работе поджелудочной железы. Суточная потребность организма человека в йоде от 50 до 200 мкг. Дефицит йода восполняется за счет потребления морепродуктов, овощей, яиц и молочных продуктов. Для стимулирования процессов кроветворения необходим микроэлемент кобальт, с суточной потребностью от 40 до 70 мкг. Дефицит кобальта восполняют зерновые и бобовые культуры, овощи и печень. Йод обладает высокой летучестью и легко сублимирует из продукта. Термическая обработка и продолжительное хранение продуктов уменьшает количество микроэлементов. Например, йодированную соль рекомендуется добавлять в продукт в конце приготовления пищи. В настоящее время пищевая промышленность производит продукты с повышенным содержанием йода: бульонные кубики, минеральную воду, соки и хлеб.

Марганец находится в составе витамина В₂, обладает антиоксидантными свойствами, отвечает за синтез иммуноглобулинов и холестерина. Его потребность (без физических нагрузок) от 2,5 до 5,0 мг в сутки. Марганец участвует в развитии костей, мозга, нервной системы, хрящей. Находится в зерне, орехах и овощах, мясных и рыбных продуктах.

Имеется в составе 30 биологических систем, в протеинах сердца и мышц скелета. Норма потребления от 28 до 110 мкг в сутки. Находится в луке, чесноке, водорослях, мясе, яичном желтке.

Марганец не только помогает в образовании ферментов, но и необходим для их активации. Он работает как геропротектор, помогает восстанавливать суставы путем увеличения содержания коллагена. Хорошие источники марганца включают ананас, зерна и фасоль. Микроэлемент марганец, как и йод, относится к группе биотиков. Содержащийся в пищевых продуктах микроэлемент марганец необходим для нормальной работы центральной нервной системы, костной ткани и мозга. Кроме того, марганец нейтрализует токсичные свойства некоторых элементов и защищает организм от негативного воздействия УФ-лучей. Концентрируется он в почках, печени, костях и поджелудочной железе. Содержится примерно 15-20 мг марганца в организме взрослого человека.

Содержание марганца на 200 граммов продукта: Фундук - 8,4 мг; фисташки - 7,6 мг; арахис - 3,82 мг; соя - 2,84 мг; ячмень - 2,39 мг; пшеница - 2,22 мг; шпинат - 1,82 мг; ботва свеклы- 1,48 мг; ананас - 1,46 мг; грибы - 1,22; мангольд -1,16 мг; свекла - 1,1; шиповник (сушеный) - 1 мг; картофель - 0,76 мг; брюссельская капуста - 0,7 мг; лук - 0,64 мг; брокколи - 0,6 мг; клубника -0,56 мг; спаржа - 0,56 мг; капуста - 0,54мг.

Наибольшее содержание марганца установлено в зерновых и бобовых культурах, овощах и фруктах. Продукты животного происхождения содержат недостаточное количество марганца, поэтому требуют дополнительного обогащения солями марганца. В период технологической обработки, при сравнительно низкой температуре, марганец разрушается незначительно.

Кобальт, как микроэлемент, активно влияет на работу жизненно важных систем организма в виде цианокобаламина (витамина В₁₂). Он необходим человеку в небольших дозах – сотых и тысячных долях мг на л. Установлена суточная потребность кобальта – 0,3-2,5 мкг. Некоторое количество кобальта содержат эритроциты, плазма, печень, селезёнка, поджелудочная железа и почки. Находится в составе волос, лимфатических узлов и жировых тканей. Укрепляет иммунитет и сердечнососудистую систему, а так же способствует

здоровью костей. Кобальт, в значительных количествах одержит молоко, свинина и говядина, печень, почки, устрицы, рыба и морепродукты.

В некоторых продуктах отмечено высокое содержание кобальта: в рыбе и морепродуктах: кальмар - 95 мг; тунец – 40 мг; треска – 30 мг; сардина – 30 мг; окунь (морской) – 30 мг; хек - 25 мг; щука - 20 мг; камбала - 20 мг; ставрида - 20 мг; печень трески - 35 мг. В злаках: геркулес - 5 мг; манка - 2,5 мг; пшеничная крупа - 8,3 мг; рис - 1 мг; ячневая каша - 2,1 мг. В семенах бобовых культур: горох - 13,1 мг; соя - 31,2 мг. В овощах: - огурец - 1 мг; морковь - 2 мг; лук - 5 мг; чеснок - 9 мг; редис - 3 мг; картофель - 5 мг; капуста - 3 мг; свекла - 2 мг.

Продукты с повышенным содержанием кобальта, позволяют накапливать в организме витамин А, витамин С, наицин и филлохинон. Комбинация кобальта, витамина В12 и марганца приводит к лучшей усвояемости элементов. Значительное количество микроэлемента - кобальта содержится в бананах, бруснике, инжире, клюкве, лимоне, малине, сливе, смородине, чернике, черносливие.

Цель исследования. Разработать проект технических условий на минеральный премикс (йод, кобальт, марганец, селен и цинк) на инертных носителях. Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи: - выяснение природы эссенциальных биогенных микроэлементов; - обоснование выбора наиболее значимых микроэлементов, входящих в состав консервированных продуктов; исследование роли химических элементов в организме животных, птиц и рыб; - предложения по выпуску продуктов с повышенным содержанием эссенциальных микроэлементов.

При добавлении в корма животным комплекса микроэлементов, получаемые мясные продукты и субпродукты от животных опытной группы, превосходили по количеству лизина – на 13,6%, аргинина – на 10,2%, метионина – на 6,9%, лейцина и изолейцина – на 9,9% и триптофана – на 22,2%, показатели контрольной группы ($p < 0,05$).

Селен присутствует в биологических системах в аминокислотах, как селеноцистеин и селенометионин, обычно как часть протеинов, которые названы селенопротеины. В то время как селен присутствует во многих важных ферментных системах, дефицит селена редок. Болезнь Кешана, эндемическая кардиомиопатия, затрагивающая детей и молодых женщин, была связана с дефицитом селена, хотя другие недостатки в питании или местные факторы также могут играть определенную роль. Избыточное воздействие селена может вызвать цирроз печени у лабораторных животных, но токсичность у людей в значительной степени связана с изменениями кожи, волос и ногтей. Вспышка возможной токсичности селена из-за пищевой добавки была отмечена тошнотой, диареей, раздражительностью, усталостью, нейропатией, выпадением волос и изменениями ногтей.

В таблице 1 показано, какие микроэлементы содержатся в морепродуктах, рыбе и консервированных продуктах.

Таблица 1 – Микроэлементный состав морепродуктов и рыб

Виды морепродуктов и рыб	I	Co	Mn	Se	Zn
Кальмары	-	0,095	0,17	0,05	1,8
Краб			0,03	0,04	5,9
Креветки	0,11	0,012	0,11	0,03	2,1
Морская капуста	0,5	0,01	0,2	-	1,2
Горбуша	0,05	0,02	0,05	0,01	0,7
Минтай	0,15	0,015	0,1	0,01	1,1
Мойва	0,05	0,008	0,05	-	1,0
Окунь	0,06	0,03	0,1	-	1,5
Скумбрия	0,045	0,02	0,1	-	0,7
Треска	0,135	0,03	0,08	0,01	1,1
Карп	0,005	0,035	0,15	-	2,0
Судак	0,005	0,02	0,05	-	0,7
Форель	0,006	0,03	0,2	0,01	1,4

Щука	0,005	0,02	0,05	-	1,0
Консервированные продукты					
Шпроты в масле	0,002	0,06	0,2	0,05	0,02
Скумбрия в масле	-	0,056	0,18	0,02	0,01
Паштет рыбный	0,001	0,04	0,3	0,01	0,10

Как видно из данных таблицы 1, микроэлементный состав морепродуктов, рыбы и консервированных продуктов значительно отличается от норм, рекомендуемых специалистами Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи.

Учитывая сравнительно небольшое содержание важнейших компонентов в животном сырье, особую актуальность приобретают технологии по обогащению пищевых продуктов минеральными премиксами.

В соответствии с поставленной целью исследований разработан проект технических условий «Минеральный премикс на инертных носителях», (йод, кобальт, марганец, селен и цинк). Технические условия ТУ 10.89.15-480-02067862-2019.

Компоновка рецептур новых минеральных премиксов, выбранных для экспериментов, базировалась на ранее выполненных исследованиях Мишанина А.Ю. и Хворостовой Т.Ю., которые предложили минеральную добавку к кормам для животных – амиломикролин. Добавка была изготовлена на основе картофельного крахмала и содержала в 1 г: стабилизированный йод – 10 мг, селен – 4 мг и кобальт – 14 мг.

С участием авторов был разработан принципиально иной премикс на инертных носителях, предназначенный для включения в состав кормов для животных, птиц и рыб. В таблице 2 приведены рецептуры разработанных премиксов.

Таблица 2 – Рецептуры минеральных премиксов, г/100 г носителя

Назначение премикса	Основной носитель	Микроэлементы				
		I	Co	Mn	Se	Zn
Добавка в корм для животных	Мука из ракушечника	3	5	6	2,5	3,5
Добавка в корм для птиц	Порошок из яичной скорлупы	2	4	7	2,0	5,0
Добавка в корм для рыб	Порошок коллагена	4	4	6	1,5	4,5

Главным отличием разработанных премиксов от ранее известных, заключается в использовании органических форм микроэлементов: йодированный белок, аскорбинат кобальта, хелатное соединение марганца с метионином и молочной кислотой, селенметионин и глицинат цинка.

Новые премиксы сконструированы в соответствии с требованиями нормативной документации и изготовлены в условиях предприятия «НПФ Плазма К». Проведена подготовительная работа по выпуску опытной партии премикса по заказу мясоперерабатывающего предприятия ООО «Горес» (г. Туапсе).

Авторы предлагают оригинальный способ обогащения пищевых продуктов биодоступными формами йода, кобальта, марганца и селена, прошедшими биотрансформацию через организм животных и растений. Способ заключается в нанесении неорганических солей йода, кобальта, марганца и селена на инертный носитель типа пищевых волокон и включения комплекса в рацион комбикормов для опытной группы животных.

Таким образом, для правильного функционирования всех жизненно важных органов человека, необходимо обогащать продукты питания сравнительно небольшим количеством микроэлементов и поддерживать суточную норму при их употреблении.

Выполнено исследование по теоретическому обоснованию свойств и роли важнейших микроэлементов в жизни человека, растений, животных, птиц и рыб.

Заключение

Авторами показаны преимущества обогащения мясорастительных продуктов микроэlementными композициями в органической форме, системы аминокислота–микроэлемент. Разработаны технологические приемы производства мясорастительных продуктов с гарантированным содержанием эссенциальных микроэлементов: йода, марганца, кобальта, селена и цинка. Проанализированы биофизические свойства микроэлементов, входящих в состав ферментов и витаминов.

Список литературы

1. Касьянов Г.И., Золотокопова С.В., Магомедов А.М. Особенности технологии фаршированного рыба растительного продукта, обогащенного CO₂-экстрактами //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 2. – С. 86-93.
2. Магомедов А.М. Алгоритм барьерных технологий овощемясных паштетов. В сборнике материалов международной научно-практической конференции «Технологические особенности производства и применения CO₂-экстрактов из растительного сырья». 2018. – С. 58-62.
3. Магомедов А.М., Мишкевич Э.Ю., Рашидова Г.М. Целесообразность обогащения овощемясных колбас эссенциальными микроэlementами. В сборнике материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов». 2018. – С. 76-78.
4. Мишанин Ю.Ф., Касьянов Г.И., Мишанин А.Ю. Получение мяса животных с гарантированным содержанием эссенциальных микроэлементов //Научные труды КубГТУ, № 4, 2015. – С. 241-272.
5. Рашидова Г.М., Магомедов А.М., Тагирова П.Р. Особенности производства продуктов с бараниной. В сборнике материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» «Инновации в индустрии питания и сервисе». 2018. – С. 265-267.
6. Рашидова Г.М., Магомедов А.М., Тагирова П.Р. Технология мясорастительных продуктов с пищевыми добавками. В сборнике материалов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и безопасность пищевых продуктов». 2018. – С. 255-259.
7. Рашидова Г.М., Магомедов А.М., Цветкова Я.С. Роль эссенциальных микроэлементов в продуктах питания животного происхождения. В сборнике статей по материалам V Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 329-335.
8. Хворостова Т.Ю. Совершенствование технологии рецептур и потребительских свойств паштетов из мяса птицы и конины. Автореф. дис. канд. техн. наук - Ставрополь: СКФУ, 2013. – 23 с.
9. Цветкова Я.А., Рашидова Г.М. Эссенциальные микроэlementы в продуктах питания. В сб. матер. междуна. научно-практ. конф. «Инновационные технологии, оборудование и добавки для переработки сырья животного происхождения», Краснодар: КубГТУ, 2018 – С.171-173.

**СТРУКТУРА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД
THE STRUCTURE OF THE SYSTEM FOR THE CONTROL OF THE COMPOSITION OF
WASTEWATER**

**Махашвили К.А., Иашвили Н.Г.
Makhashvili K.A., Iashvili N.G.**

*Грузинский Технический Университет, Грузия, Тбилиси
Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi
(E-mail: qotoko@gmail.com; n.iashvili@gtu.ge)*

Аннотация: Система контроля анализа сточных вод дает возможность реализовать любую методику путем изменения программы функционирования ее блоков, узлов и подсистем подготовки проб, анализа и обработки полученных данных. Для решения этой проблемы предложен автоматизированный комплекс (система) анализа качества сточных вод.

Abstract: The monitoring system for the analysis of wastewater makes it possible to implement any method by changing the operating program of its blocks, units and subsystems of the preparation of the samples, analysis and processing of the obtained data. To solve this problem, an automated complex (system) of analysis of wastewater quality has been proposed.

Ключевые слова: Сточные воды, Система контроля состава сточных вод.

Keywords: Wastewater, System for the control of the composition of wastewater.

Как известно к сточным водам относят любые воды (в т.ч. и атмосферные осадки), отводимые в водоем с населенных мест и промышленных предприятий через систему канализации или самотеком, свойства которых ухудшились в результате деятельности человека. В состав сточных вод входят как органические, так и неорганические загрязнители. Загрязнения производственных стоков определяются, главным образом, типом предприятия, на котором они образуются. Концентрация примесей (кислот, щелочей, нейтральных солей, нефтепродуктов, органических соединений) в сточных водах, подлежащих переработке и повторному использованию, может оказывать резко отрицательное влияние на водно-химический и биохимический режимы водостока при аварийных сбросах: снижение концентрации кислорода, изменение рН, отравляющее действие, заиливание и т.п., поэтому бесконтрольный сброс сточных вод в природные водостоки и водоемы запрещен в законодательном порядке [1, 3, 5].

Производственно-бытовые стоки характеризуются существенно большим разнообразием примесей по сравнению с природными водами. По характеру загрязнений эти стоки подразделяются на две группы: бытовые и производственные сточные воды. Сточные воды имеют более или менее однообразный состав: белковые вещества и продукты их распада, жиры, мочевины, мыла, синтетические моющие средства, различные инсектициды, удобрения и т.п.

Длительное время господствовал принцип борьбы не с загрязнениями, а с последствиями загрязнения. Одним из таких подходов, в частности, служит установление норм предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воде, которые нацеливают не столько на предотвращения загрязнения, сколько на необходимое разбавления сточных вод или их неполную очистку. Причем, разные ведомства и службы часто устанавливают различные ПДК, вызванные своими особенностями. Существуют разные методы очистки сточных вод:

Предварительная очистка воды методом коагуляции; Предварительная очистка воды методами известкования; Очистка воды на насыпных механических фильтрах; Принцип

обратного осмоса; Метод ионного обмена. Применение того или иного способа обосновывается в результате сопоставления технико-экономических показателей нескольких технологических схем и используемых аппаратов.

Созданы отдельные приборы и системы для анализа сточных вод, однако они имеют ряд недостатков. Существуют устройства и системы автоматического анализа сточных и поверхностных вод, аналитическая часть которых содержит устройства реализации инструментальных методик, повторяющие ручные процессы анализа, в которых неавтоматизированную часть (работы, выполняемые человеком – химиком-аналитиком) берут на себя созданные специально для каждого конкретного случая узлы, блоки и устройства автоматизации. По этой причине существующие системы и комплексы анализа не обладают гибкостью – они могут быть использованы только на определенном объекте. Последнее влечет за собой неоправданное увеличение номенклатуры создаваемых систем; увеличивает сроки их разработки и внедрения, а в некоторых случаях делает невозможной автоматизацию некоторых методик определения отдельных веществ в воде [2, 4, 6, 7].

Для решения проблем, связанных с мониторингом загрязнения сточных водных объектов, нам кажется целесообразным создание региональных автоматизированных комплексов (систем) контроля уровня и качества сточных вод основных рек данного региона. Создание таких систем позволит оперативно и достоверно получать объективную информацию о состоянии рек региона. Последнее позволит значительно улучшить контроль и управление водными ресурсами, согласно действующих национальных, региональных и международных законов, соглашений и стандартов, урегулировать внутренние и межгосударственные проблемы на основе объективной, достоверной и достаточной информации. Общая структура комплекса контроля качества сточных вод может выглядеть следующим образом (Рис.1).

Разработаны инструментальные методики анализа состава сточных вод, что позволяет определять наличие в составе воды отдельных вредных элементов. Система анализа состава вод – комплекс полного анализа ее состава должен содержать аналитическую часть, состав которой дает возможность реализовать любую методику путем изменения программы функционирования ее блоков, узлов и подсистем проб подготовки, анализа и обработки полученных данных.

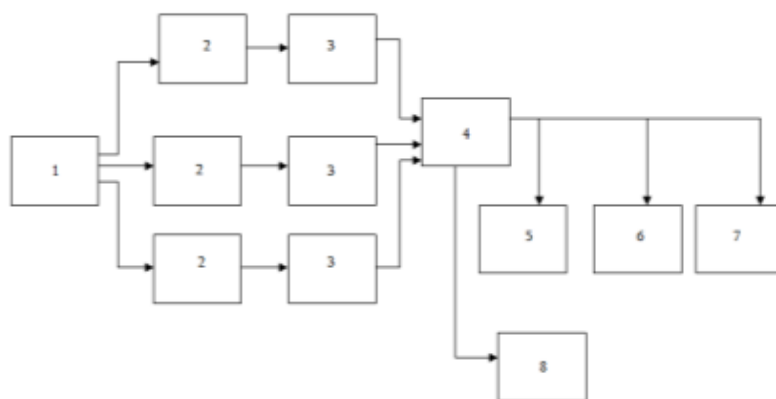


Рис.1. Общая структура автоматизированного комплекса контроля сточных вод

1 – сточная вода; 2 - проб отборное устройство; 3 – преобразователь сигналов; 4 - компьютер; 5 – регистрирующее устройство; 6 - световая сигнализация; 7 – звуковая сигнализация; 8 – исполнительный механизм

Для решения этой проблемы предлагается автоматизированный комплекс (система) анализа сточных вод, который содержит непрерывную линию транспортирования аналитических ячеек 1 (рис. 2), которая в определенной области («А») имеет возможность заполнения анализируемой жидкостью и нужными добавками, а в другой области («В»)

может подвергаться процессами восстановления, область «А» содержит систему подвода патрубков 2 проб дозирующих (доз) 3 и проб отбирающих 4 устройств, устройства 5, транспортировки блоков отгонки жидкости 7, устройств 6 транспортировки измерительных преобразователей информации и нагревателей. Рядом с I в стационарной области «С» расположены ячейки с анализирующими жидкостями 9. Система также содержит узел управления устройствами перемещения (компьютер) 10.

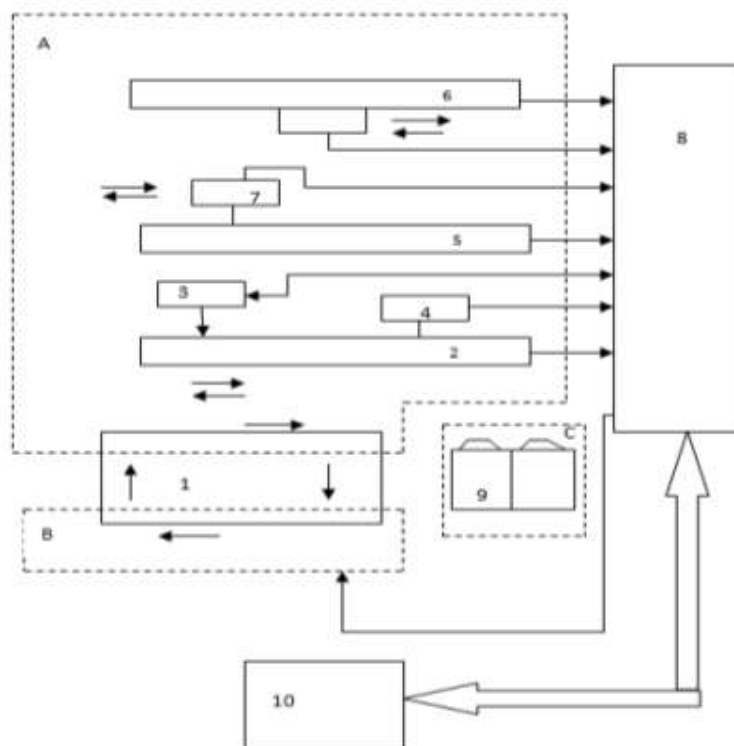


Рис.2. Автоматизированный комплекс анализа воды

1 – линия транспортирования; 2 – система патрубков; 3 – проб дозирующее устройство; 4 – проб отбирающее устройство; 5 – устройство транспортировки жидкостей; 6 – устройство транспортировки нагревателей; 7 – блок перегонки жидкости; 8 – блок управления; 9 – ячейка жидкости; 10 - устройство управления (компьютер)

Работа системы протекает в следующей последовательности: информация о процессе выполнения аналитических методик поступает от 10 на 8; сигналы управления 8 согласно заданному алгоритму управления (алгоритм автоматического выполнения аналитических методик) начинают поступать не на устройства 2, 5, 6 транспортировки, которые, в свою очередь, перемещая патрубки дозирующих или отбирающих устройств 3, 4 и погружая их в нужную ячейку 9, осуществляют автоматически процесс подготовки пробы или его перегонку в ячейку блока 7, с одновременным погружением патрубков 3, 4 и дают возможность автоматически осуществить процесс сложного анализа, например, процесс многоступенчатого титрования. Полученные данные поступают на компьютер 10, где происходит их расчет и выдача результатов анализа.

В качестве транспортирующих средств системы используются трех координатные устройства, которые дают возможность перемещения к любой точке в области «А» и «С». В области «В» перемещающиеся ячейки системы I промываются, сушатся и вновь поступают в область «А». Такое построение системы дает возможность практически осуществить реализацию любой инструментальной методики, отвечает всем требованиям системы и

комплекса подготовки и обработки проб воды (жидкости) в процессе её анализа, т.е. требованиям универсальной системы мониторинга состава поверхностных вод.

Дальнейшее усовершенствования данной системы связано с введением некоторых новшеств. В частности:

- Реализаций контрольной станций на нескольких компьютерах;
- Разработка специального программного обеспечения всей системы;
- Реализация интернет доступа и интернет распространения, циркулирующего в системе информации и интегрирование с ней географических информационных систем (ГИС).

Эти усовершенствования могут значительно повысить возможности автоматизированных комплексов (систем) при решении как проблем объективного контроля качества и количества воды, в т. ч. сточной воды, так и оперативного, свободного доступа к объективной, достоверной информации любым заинтересованным сторонам и лицам при решении самых разнообразных задач.

На одном из двух компьютеров будут реализованы задачи, выполнимые в реальном масштабе времени (прием от измерительных станций закодированной информации, ее дешифрация и распределение по базам, контроль и обработка поступившей информации, подготовка соответствующих отчетов, оценка состояния контролируемого водного объекта в текущий момент времени и в перспективе, и т.д.) На втором - будут реализованы задачи невыполнимые в реальном масштабе времени (хранение многолетней информации, полученной от измерительной станций, обработка измерительной информации методами математической статистики для любой измерительной станции за любой временной интервал, по которому в базе данных хранится эта информация, интернет доступ к информации из базы данных и возможность ее обработки вышеназванными методами математической статистики, расчет концентрации загрязняющих веществ с помощью математической моделей объекта, который не контролируется измерительной станцией, при возникновении аварийного загрязнения на заданном участке, запуск специального программного пакета автоматического обнаружения источника аварийного загрязнения и т.д.).

Список литературы

1. Долидзе А.В., Долидзе В.А., Махашвили К.А. О структуре системы контроля сточных вод. *Georgian Engineering News*, 2006, No. 4, сс.114-118
2. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. – Киев, Наукова думка, 1991, 568 с.3
3. Системы и устройства контроля сточных вод. Сб. документов. М., МГЦНТИ, 1990, 210с
4. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. М., Стройиздат, 1979, 222 с.
5. Долидзе А.В., Долидзе В.А., Махашвили К.А. О химическом составе и загрязнении сточных вод. // *Georgian Engineering News*, 2007, No. 4, сс.80-82.
7. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. Справочное пособие. – М., Стройиздат, 1977, 204 с.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ НАИЛУЧШИХ
ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
MODERNIZATION OF CEMENT PRODUCTION ON THE BASIS OF THE BEST
AVAILABLE TECHNOLOGIES**

Потапова Екатерина Николаевна*, Гусева Татьяна Валериановна,
Тихонова Ирина Олеговна*
Potapova Ekaterina Nikolaevna, Guseva Tatiana Valerianovna**,
Tikhonova Irina Olegovna****

**ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева,
Россия, Москва*

**D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow
(e-mail: epotapova@muctr.ru)*

*** Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский
институт «Центр экологической промышленной политики», Россия, Москва*

***Research Institute «Environmental Industrial Policy Centre»
(e-mail: t.guseva@eipc.center)*

Аннотация: Рассмотрены новые подходы к государственному регулированию и модернизации производства на основе наилучших доступных технологий, обсуждены требования и технологические показатели наилучших доступных технологий применительно к производству цемента.

Abstract: New approaches to state regulation and modernization of production on the basis of the best available technologies are considered, requirements and Emission Limits based on Best Available Techniques of cement production are discussed.

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, технологическое нормирование, комплексные экологические разрешения, модернизация производства цемента.

Keywords: best Available Techniques, technological regulation, Integrated Environmental Permits kinetics, modernization of cement production.

Система государственного регулирования в сфере промышленной политики и охраны окружающей среды сложилась в России в конце XX века. Однако тогда господствовала командно-административная система, что не позволило решить многие задачи, связанные с развитием промышленности. Формирование высокотехнологичной промышленности, повышение ее конкурентоспособности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду стало возможным после провозглашенного в 2014 году перехода на принципы наилучших доступных технологий (НДТ) [1, 2].

Федеральный закон 219-ФЗ [1] ввел в нормативно-правовое поле Российской Федерации понятие НДТ: наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Для реализации политики государства по переходу на принципы НДТ был разработан проект Концепции реализации перехода на принципы НДТ и внедрения современных технологий в промышленном секторе РФ [2], в котором сказано, что значительная часть отечественной промышленной продукции неконкурентоспособна на глобальном рынке. Морально устаревшая технологическая база определяет низкую конкурентоспособность секторов российской экономики по уровню затрат энергоресурсов и экологического воздействия относительно мировых лидеров. Модернизация промышленности должна быть

направлена на повышение конкурентоспособности и диверсификации структуры экономики. Сохранение текущего состояния производственных фондов приведет к снижению конкурентоспособности экономики и увеличению макроэкономических рисков. Россия занимает 4 место в мире по объемам вредных выбросов, что связано зачастую с устаревшим промышленным оборудованием и инфраструктурой.

Новый подход государственного природоохранного регулирования на принципах НДТ разделил все предприятия на 4 категории, применив к каждой категории дифференцированные меры государственного регулирования. Приоритетное внимание уделено предприятиям I категории, для которых действующие разрешения на выбросы, сбросы и образование отходов заменяется комплексным экологическим разрешением (КЭР).

Проведение реформы законодательства предполагало 2 этапа (рисунок).



Рисунок 1 – Этапы перехода на НДТ

I этап (2015 - 2017 гг.) - разработка и принятие нормативных правовых актов РФ, обеспечивающих реализацию целей, задач и мероприятий Концепции, в том числе информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (ИТС); разработка нормативной правовой базы, обеспечивающей совершенствование нормирования в области охраны окружающей среды и переход промышленности на принципы НДТ. II этап (2018-2025 гг.): доработка системы выдачи, мониторинга, контроля и оценки эффективности экологических разрешений – в течение 2018 г. и выдача КЭР. В течение 2019-2022 гг. – 300 предприятиям – крупнейшим «загрязнителям», суммарный вклад которых в негативное воздействие на окружающую среду составляет не менее 60%; всем вновь вводимым предприятиям и предприятиям, обратившимся в инициативном порядке. А в период 2023-2025 гг. перейти на КЭР должны уже все остальные предприятия, отнесенные к области применения НДТ.

Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям, в которых описываются интегрированные технические решения, что должно способствовать экологической модернизации производства, являются документами национальной системы стандартизации. В них приведены технологические показатели, которые будут положены в основу расчета технологических нормативов, устанавливаемых КЭР. Вводится технологического нормирования на принципах НДТ.

Для подготовки заявки на КЭР в настоящее время разработана вся необходимая документация [3-5]. Если предприятие, осуществляющее негативное воздействие на окружающую среду, функционирует с превышением технологических нормативов наилучших доступных технологий, то такие предприятия должны будут разрабатывать Программу повышения экологической эффективности (ППЭЭ), содержащую мероприятия по модернизации производства в целях достижения технологических нормативов НДТ. Проект ППЭЭ до подачи заявки на КЭР подлежит рассмотрению и одобрению межведомственной комиссией при Минпромторге России [6, 7].

Минприроды России во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» разработан паспорт национального проекта «Экология» [8], включающий в себя 11 федеральных проектов, в том числе «Внедрение наилучших доступных технологий». Показателями национального проекта, в числе прочих является выдача в 2019 году первым 15 предприятиям комплексных экологических разрешений.

Постановлением Правительства РФ №1029 от 28.09.2015 [9] предприятия по производству цемента отнесены к объектам I категории и обязаны будут получать КЭР, и демонстрировать соответствие требованиям НДТ. В 2015 г. разработан информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям при производстве цемента ИТС 6-2015, в котором приведены технологические показатели по многим НДТ, которые будут положены в основу расчета технологических нормативов, устанавливаемых КЭР.

Какие же шаги надо предпринять предприятиям, чтобы получить комплексные экологические разрешения (рисунок 2). Прежде всего, надо провести экспертную оценку НДТ – сопоставить технологические показатели, характеризующие каждую из применяемых на предприятии технологий, с технологическими показателями наилучших доступных технологий и рассчитать технологические нормативы выбросов загрязняющих веществ. Технологические показатели наилучших доступных технологий производства цемента утверждены Приказом Минприроды от 02.04.2019 № 210 [10]. Далее следует разработать программу производственного экологического контроля (ПЭК) и, при необходимости, проект программы ППЭЭ.



Рисунок 2 – Алгоритм подготовки предприятия к переходу к технологическому нормированию

Для разработки программы ПЭК есть отраслевой стандарт [11]. Программа производственного экологического контроля, согласно 252-ФЗ [12], должна дополнительно содержать программу создания системы автоматического контроля или сведения о наличии системы автоматического контроля, которой должны быть оснащены на объектах I категории стационарные источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ, которые образуются при эксплуатации установок. Поэтому предприятию необходимо разработать проект оснащения предприятия системой автоматического контроля. Предприятиям – производителям цемента, по сравнению с предприятиями других отраслей промышленности, повезло – источником выброса загрязняющих веществ является вращающаяся печь, то есть оснащать надо только один источник. Разрабатываемый проект должен отражать требования российских законодательных и нормативных актов. Автоматическому контролю подлежат не все загрязняющие вещества, а только, так называемые, маркерные вещества. Для выбора таких маркерных веществ разработан отраслевой стандарт [13].

И завершающим этапом является подготовка заявки на комплексное экологическое разрешение. Заявка на КЭР заполняется по утвержденной форме [5]. Для предприятий по производству цемента разработан отраслевой стандарт [14]. При разработке этого стандарта были использованы проекты нормативных документов, практические руководства, действующие в зарубежных странах, а также результаты деловых игр по тематике НДТ, проведенных в России на базе нескольких цементных предприятий [15, 16].

Таким образом, предприятия по производству цемента уже сегодня имеют все нормативные документы и могут провести детальную оценку степени соблюдения предприятием установленных требований НДТ. Поэтому в числе 15 первых промышленных предприятий, кто в 2019 г. будет получать комплексные экологические разрешения, есть 2 цементных.

Выводы

При переходе государственного регулирования на основе наилучших доступных технологий сформируется открытая и прозрачная система регулирования, которая будет стимулировать промышленность к повышению конкурентоспособности и внедрению НДТ. Применение наилучших доступных технологий отразится не только на экологической составляющей деятельности промышленных предприятий, но и на экономической, обеспечив качественно новый подход к организации всей хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 №219-ФЗ.
2. Проект Концепции реализации перехода на принципы НДТ и внедрения современных технологий в промышленном секторе РФ.
3. Постановление правительства РФ от 13.02.2019 г. №143 «О порядке выдачи комплексных экологических разрешений, их переоформления, пересмотра, внесения в них изменений, а также отзыва».
4. Приказ Минприроды РФ от 14.02.2019 г. №89 «Об утверждении правил разработки технологических нормативов».
5. Приказ Минприроды РФ от 11.10.2018 г. №510 «Об утверждении формы заявки на получение комплексного экологического разрешения и формы комплексного экологического разрешения».

6. Постановление Правительства РФ от 21.09.2015 г. №999 «О межведомственной комиссии по рассмотрению программ повышения экологической эффективности».
7. Приказ Минприроды РФ от 17.12.2018 г. №666 «Об утверждении правил разработки программы повышения экологической эффективности».
8. Национальный проект «Экология». Утв. Советом при Президенте России по стратегическому развитию и национальным проектам 24.09.2018, протокол №12.
9. Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. №1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
10. Приказом Минприроды от 02.04.2019 года №210 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий производства цемента».
11. ГОСТ Р 56828.45-2019 Наилучшие доступные технологии. «Производство цемента». Производственный экологический контроль.
12. Федеральный закон Российской Федерации от 29.07.2018 №252-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и статьи 1 и 5 Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ».
13. ГОСТ Р 56828.47-2019 Наилучшие доступные технологии. «Производство цемента». Выбор маркерных показателей для выбросов в атмосферу от промышленных источников.
14. ГОСТ Р 56828.46-2019 Наилучшие доступные технологии. «Производство цемента». Порядок подготовки заявки на комплексное экологическое разрешение.
15. Потапова Е.Н. Реализация проектов по выдаче комплексного экологического разрешения российским предприятиям в форме деловой игры // Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24. № 1. С. 16-21.
16. Guseva T., Potapova E., Molchanova Y., Lomakina I., Begak M. Public Dialogue in the Field of Best Available Techniques and Integrated Permits: Lessons from Russian Construction Materials Industry. Proceedings of the 17th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference, SGEM 17, 2017. Vol. 17. Issue 52. P. 733-740.

**ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ И
АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА «ХИЛТОН»
В ГОРОДЕ БАТУМИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА «ЛИРА САПР»**
**THE INFLUENCE OF COMPUTER MODELING ON THE DESIGN AND
ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF THE HOTEL COMPLEX “HILTON” IN BATUMI
BASED ON THE USE OF THE COMPUTER COMPLEX “LIRA CAD”**

**Гигинейшвили Джони Ясонович*, Гигинейшвили Давид Джониевич*,
Мацаберидзе Тимур Георгиевич*, Чикваидзе Георгий Николаевич*, Граймс Пол**
Gigineishvili Dzhoni Yasonovich *, Gigineishvili David Dzhonievich *,
Matsaberidze Timur Georgievich *, Chikvaidze Georgy Nikolaevich *, Grimes Paul ****

**Инженерный центр по компьютерному моделированию и проектированию зданий и
сооружений, ООО «ПРОГРЕСИ»*, Грузия, Тбилиси*

LTD “PROGRESI”, Georgia, Tbilisi

(e-mail: johnigig@gmail.com)

*** Организация по проектированию конструкций зданий и сооружений, ООО
«ЕНГЕНУИТИ». Великобритания, Лондон.*

LTD “ENGENUYTY”, British, London

(e-mail: Paul.Grimes@engenuiti.com)

Аннотация: Целью данной работы является анализ и оценка предложенного архитектурно-планировочного решения и разработка более рациональной конструктивной системы всего комплекса в целом, с учетом реальных геофизических, гидрогеологических и сейсмических условий площадки строительства. В статье рассматриваются актуальные вопросы создания надежных и одновременно оптимальных конструкций нового гостиничного комплекса «ХИЛТОН» в г. Батуми. На примере строящегося комплекса рассмотрен вопрос оптимальной связи между функцией и формой, а также прочностью, устойчивостью, надежностью и стоимостью здания с учетом сложных гидрогеологических и сейсмических особенностей площадки строительства. Первоначальный вариант проекта гостиничного комплекса «ХИЛТОН» предложенный архитекторами, представлял собой сложную конструктивную схему разновысотных зданий на едином фундаменте. В результате серии прочностных расчетов в первоначальный проект были внесены ряд существенных конструктивных изменений. Компьютерные моделирования и расчет вариантов выполнены, на основе многовариантного анализа, уже существующих проектных решений, а также новых вариантов, предложенных с целью создания наиболее оптимального и приемлемого варианта каркасов зданий, как с точки зрения архитектурно-планировочных, так и конструктивных решений. Анализ напряженно-деформированного состояния различных архитектурно-планировочных вариантов комплекса выполнен с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР».

Abstract: The purpose of this work is the analysis and evaluation of the proposed architectural planning solution and the development of a more acceptable structural system of the whole complex. The article deals with current issues of creating reliable and at the same time optimal designs of the new hotel complex “HILTON” in Batumi. On the example of the complex under construction, the question of the optimal connection between function and form, as well as the strength, stability, reliability and cost of the building, taking into account the complex hydrogeological and seismic features of the construction site, is considered. The initial version of the project of the hotel complex “HILTON” proposed by the architects in the city of Batumi was a complex design scheme of buildings of different height on a single foundation. As a result of a

series of strength calculations, a number of significant changes were made to the initial draft. Computer simulations and the calculation of options are made on the basis of a multivariate analysis, already existing design solutions, as well as new options proposed in order to create the most optimal and acceptable option for building frames, both in terms of architectural and planning solutions and design solutions. The analysis of the stress-strain state of the architectural-planning variants of the complex was carried out using the LIRA SAPR computer complex.

Ключевые слова: гостиничный комплекс, архитектурно-планировочное решение, компьютерное моделирование, расчетный анализ, прочность, устойчивость, надежность, основания и фундаменты, свайное поле, расчет несущих конструкций, разновысотные здания, архитектурные формы, оптимальные габариты, безбалочные перекрытия, экономичность, конструктивные системы, многовариантное проектирование, сложные гидрогеологические условия, гидростатические давления, неравномерные осадки, сейсмика, акселерограмма землетрясения, компьютерная программа «ЛИРА САПР».

Key terms: hotel complex, architectural planning solution, computer simulation, computational analysis, strength, stability, reliability, foundations and foundations, pile field, calculation of supporting structures, buildings of different height, architectural forms, optimal dimensions, flat slabs, cost-effectiveness, structural systems, multivariate design, complex hydrogeological conditions, hydrostatic pressure, uneven precipitation, seismic, accelerogram of an earthquake computer program "LIRA CAD".

1. Введение

Первоначальная концепция комплекса гостиницы «HILTON» основывалась на таком архитектурном подходе, который ставил целью создание девелоперного ансамбля мирового уровня, учитывающего желания и намерения не только клиентов и операторов, но и вкусы и интересы гостей и жителей города Батуми. Исходя из этого, архитектурно-планировочные решения гостиничного комплекса «ХИЛТОН» в г. Батуми были разработаны специализированными проектными организациями ООО «РТКЛ» и ООО «РАМБОЛ». За основу решения архитектурных и объемно-планировочных задач было принято проектирование комплекса, состоящего из двух асимметричных разновысотных башен ($H_1=88\text{м}$, $H_2=50\text{м}$), возводимых на едином фундаменте (Рис. 1, 2). Гл. архитектор проекта - Джос Бортсвик, гл. конструктор – Джони Гигинейшвили.

После внимательного изучения представленного первого варианта строящегося гостиничного комплекса «ХИЛТОН» и на основе результатов компьютерного моделирования возникла идея переработать представленный проект (Рис. 1, 2), сохранив его основные концепции. Основная мотивация переработки проекта: различные высоты башен комплекса вызывают неравномерные деформации, что в свою очередь создаёт серьезные проблемы при определении конструктивных особенностей и фундирования на слабых грунтах и гидростатического давления воды $\sum q=60000\text{t}(\text{min})-78000\text{t}(\text{max})$: геометрические размеры конструкций были заданы с применением деформационных и сейсмических швов вокруг всего периметра высотных зданий. Такое решение в свою очередь вызвало определенные проблемы в конструкциях каркаса и фундаментах с точки зрения деформативности и армировании несущих элементов.

Существующие архитектурно-планировочные решения, разработанные ООО «РТКЛ» и ООО «РАМБОЛ», по предложению ООО «ПРОГРЕСИ» были переработаны в творческом союзе с точки зрения осуществления наиболее приемлемой технологии фундирования и строительства каркасов с учетом достаточно сложных условий строительства (комплекс расположен между озером и морем, на слабых грунтах и при высоком стоянии грунтовых вод (Рис. 2). Сложность фундирования здания заключалась не только в наличии подземных вод и мягкопластичных глин, шлама и песков в основании здания [1, 2], но и в неприемлемых конструктивных решениях комплекса, вызывающих неравномерные осадки и перекося. Поэтому, взамен предложенной архитектурной и конструктивной системы была принята усовершенствованная каркасно-связевая система, как для офисной части здания, так

и для «жилого дома», что после детальной проработки и было согласовано с заказчиком (в место разновысотных корпусов зданий, было решено построить оба корпуса одинаковой высоты, а 2-х этажные подземные гаражи осуществить без сейсмических швов).

Рассмотрение вариантов архитектурных и конструктивных решений, с учетом статических, ветровых и сейсмических нагрузок, а также гидростатического давления воды, проводилось на основе компьютерного моделирования с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР» [3, 4]. Главное внимание сосредотачивалось на вопросах устройства фундаментов на едином основании, а также на архитектурной выразительности комплекса в целом. При этом определяющим оставалось гармоничное сочетание архитектурных форм комплекса с надежностью несущих элементов конструкций в сочетании с минимизацией стоимости строящегося объекта.

Каждая из рассмотренных моделей имела определенные достоинства и недостатки с точки зрения архитектурно-планировочных решений, но единого мнения, которой из них отдать предпочтение, не существовало. Согласно первому варианту, когда разность высот зданий составляла 5 этажей и более (Рис. 1), в конструкциях фундаментов возникали существенные неравномерные деформации и усилия. Неравномерные деформации в свою очередь были обусловлены не только разными высотами башен, но и наличием деформационных и сейсмических швов в конструкциях подвальных перекрытий.

В окончательном варианте архитектурно-планировочных решений, комплекс приобрёл следующие размеры:

- габариты плана строительной площадки гостиничного комплекса 104x86м;
- высота гостиничной башни $H=81.835\text{м}$;
- высота жилой башни $H=81.269\text{м}$;
- высота подиума в гостиничной части $H=20.485\text{м}$;
- высота подиума в жилой части $H=14.100\text{м}$;
- глубина котлована $h=7.5-8.0\text{м}$.

2. Выбор типа фундаментов для гостиничного комплекса «ХИЛТОН».

При проектировании гостиничного комплекса «ХИЛТОН» (*Комплекс разновысотных зданий на свайном основании*) возникло характерное противоречие с одной стороны, компактность здания в плане и относительно неблагоприятные инженерно-геологические условия площадки позволяли рассматривать вариант устройства фундаментов на естественном основании на сплошной монолитной железобетонной плите. Под небольшим слоем техногенных грунтов (толщиной до 1,5 м) на глубину до 10-11м от поверхности залегают озерно-ледниковые пылеватые супеси тугопластичной консистенции и плотные пылеватые пески, подстилаемые полутвердыми мореными супесями. С другой стороны, расчеты фундаментной плиты на основании, работа которого описывалась различными моделями (двухпараметрическая модель упругого полупространства, трехмерное упруго-пластическое основание) показали, что при приложении на фундаментную плиту нагрузок от разновысотных башен, она получает существенные неравномерные осадки. Глубина котлована $h=7.5-8.0\text{м}$, а уровень стояния грунтовых вод -1.0 и -1.25м. Такая величина осадок допускается региональными геотехническими нормами (ТСН 50-302-96). Тем не менее, возникающая при этом неравномерность осадок в 1,5 раза превышает допустимое значение даже для плиты толщиной 1.5-1.75 м. Таким образом, вариант фундаментной плиты оказался проблематичным вариантом, обеспечивающим нормативную неравномерность осадок здания без учета его жесткости, оказались свайные фундаменты. Всего было погружено порядка 200 свай длиной 18-25м. Очевидно, что стоимость свайных фундаментов

существенно превысила стоимость устройства фундаментов. В результате, единственно возможным вариантом с точки зрения оптимального конструктивного решения всего комплекса, а также прочности, устойчивости и надежности с учетом долговечной эксплуатации является применение вместо разновысотных каркасов одинаковую высоту обеих зданий и комбинированной плитно-свайной конструкции фундамента.

3. Научная новизна и практическая значимость

В результате применения современных компьютерных технологий численного моделирования разных вариантов архитектурно-планировочных и конструктивных решений на основе применения вычислительного комплекса «ЛИРА САПР», всего комплекса в целом, а также с учетом геологических и гидрологических особенностей и внешнего воздействия, получены наиболее оптимальные решения всего комплекса, как с точки зрения архитектурной, так и конструктивной.

Выполненный анализ напряженно–деформированного состояния гостиничного комплекса позволил определить оптимальные габариты, форму и конструктивные особенности всего комплекса. Выбрать наиболее оптимальный вариант, как для внешней формы самого комплекса, так и с учетом его архитектурных и конструктивных особенностей.

Изменения, внесенные в конструктивную часть проекта, улучшили не только прочностные характеристики зданий комплекса, но и благоприятно повлияли на архитектурный облик всего комплекса в целом.



Рис. 1, 2. Первый вариант проекта гостиницы «ХИЛТОН» в г. Батуми (вид главного фасада здания со стороны озера и место расположения плане города)

В основу работы вложены проведенные многовариантные исследования проектируемого гостиничного комплекса «ХИЛТОН» в г. Батуми. Численные исследования проводились с применением методов компьютерного моделирования, использующих численный метод конечных элементов, реализованных в программном комплексе «ЛИРА САПР» [3-5]. На основе многовариантного анализа уже существующих проектных решений, а также новых вариантов, созданных с целью выбора наиболее оптимального и приемлемого варианта, как с точки зрения архитектурно-планировочных, так и конструктивных решений. Для расчета проектируемого гостиничного комплекса на сейсмические воздействия, пакет искусственных акселерограмм сгенерирован на основе геолого-геофизических данных площадки строительства [1-2]. С учетом уже хорошо апробированных комбинированных систем безбалочных каркасов применяемых нами в гражданском строительстве для сейсмических регионов [5-8].



Рис. 3. Полная пространственная компьютерная расчетная модель второго (предложенного нами) варианта гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми

Заключение

1. На принятие окончательного архитектурно-планировочного решения по гостиничному комплексу «ХИЛТОН» в г. Батуми, большое влияние оказал существующий ландшафт – между морем и озером, а также неповторимо красивый пейзаж – сочетание моря, гор и приморского бульвара, что вдохновило авторов проекта на создание необычайно красивого ансамбля;

2. На основе всестороннего компьютерного моделирования и компьютерных технологий, с учетом различных факторов и результатов многовариантного проектирования гостиничного комплекса «ХИЛТОН» в г. Батуми, были приняты новые и более усовершенствованные архитектурные и конструктивные решения, что стало возможным благодаря тщательного анализа полученных результатов многовариантного анализа НДС пространственного каркаса на сложном основании с учетом гидростатического давления воды на основе применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР», которая позволила получить улучшенный продукт, как с точки зрения инженерных, так и градостроительных задач.

Список литературы

1. Geotechnical Conditions of the Construction Site of Black Sea Hotel and Residence in Batumi. Vol. 1, 2. “TUOVPI” Ltd, 2009.

2. Probabilistic seismic hazard assessment of the Black Sea Hotel construction site taking into account local soil conditions (seismic microzonation). Study of engineering-geological properties of soils by means of seismic prospecting methods. Seismic Consulting Ltd. Tbilisi, 2008.

3. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций, А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. Киев: Факт, 2005. – 343 с.

4. Д.Я. Гигинейшвили, Э. Цоцерия, Д. Коцич. Монолитное железобетонное безбалочное перекрытие. Патент № Р 3325. Тбилиси 2002.04.18.

5. Д.Я. Гигинейшвили. Особенности расчета и проектирования зданий и сооружений на сложном рельефе и сложного горно-геологического условия для сейсмических регионов Грузии и Украины с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР». Тези доповідей I міжнародного науково-практичного конгреса, м. Київ, 10-14 лютого 2014р./відп. ред. О.А.Трошкіна. К.: НАУ, 2014.-368с.

6. Д.Я. Гигинейшвили, И. Тимченко, Т. Мацаберидзе, Г. Чикваидзе, Д.Д. Гигинейшвили, Особенности расчета и проектирования зданий и сооружений на сложном рельефе для сейсмических регионов Грузии и Ялты с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР». Итоги семинара «информационные технологии в проектировании на основе программных комплексов семейства «ЛИРА». г. Ялта. 11-16 октября 2010.

7. Д.Я. Гигинейшвили, М. Джавахишвили, Е. Кристесиашвили, С. Петраш. Математика в строительстве, математические модели и системы автоматизированного проектирования / К 55-летию программных комплексов семейства «ЛИРА» /. Научно-технический журнал «СТРОИТЕЛЬСТВО». №4 (47). 2017. 6-13с.

СТАЛЬНЫЕ ГНУТОЗАМКНУТЫЕ ПРОФИЛИ (ГЗП) STEEL CURVED CLOSED PROFILES (CCP)

Марутян Александр Суменович
Marutyay Alexander Surenovich

Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, Россия
Branch of North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk, Russia
(e-mail: al_marut@mail.ru)

Аннотация: Представлено новое техническое решение гнутозамкнутых профилей, относящихся к легким стальным тонкостенным конструкциям (ЛСТК), которые отличаются высокими технико-экономическими показателями и массово используются в промышленно-гражданском строительстве.

Abstract: A new technical solution of curved closed profiles relating to light steel thin-walled structures (LSTS), which have high technical and economic indicators and are widely used in industrial and civil construction, is presented.

Ключевые слова: стержневые системы, тонкостенные конструкции, гнутозамкнутые профили.

Keywords: core systems, thin-walled constructions, curved closed profiles.

Предлагаемое техническое решение относится к области строительства и может быть использовано в качестве стержневых элементов при разработке несущих конструкций зданий и сооружений различного назначения. В частном случае это могут быть стержневые элементы поясов ферм прогонных и беспрогонных покрытий. Техническим результатом предлагаемого решения является одинаковая устойчивость (равноустойчивость) профилей из плоскости и в плоскости несущей конструкции, а также уменьшение дополнительных затрат. Достигается это тем, что в профиле прямоугольного сечения со стыком по середине одной из длинных граней, где каждая часть состыкованной грани имеет продолжение в виде I-образного ребра двойной толщины, размер коротких граней в 2 раза меньше размера ребра и в 3 раза меньше размера длинных граней (рис. 1, а).

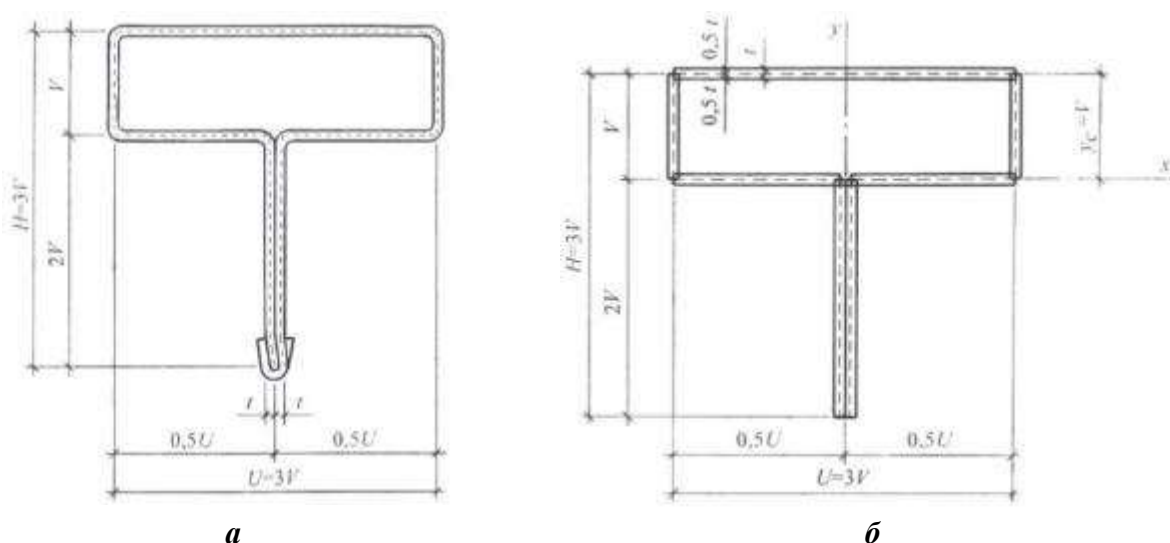


Рис. 1. Поперечное сечение гнутозамкнутого профиля (а) и его расчетная схема со средней линией, обозначенной пунктиром (б)

Для изготовления гнутозамкнутого профиля без сварных, болтовых или заклепочных соединений его листовая заготовка выполнена по всей длине с зубчатыми продольными

кромками, зубцы которых расположены относительно друг друга в шахматном порядке и взаимно загнуты в пазах между собой после замыкания гнутого профиля по I-образному ребру (рис. 2) [1].

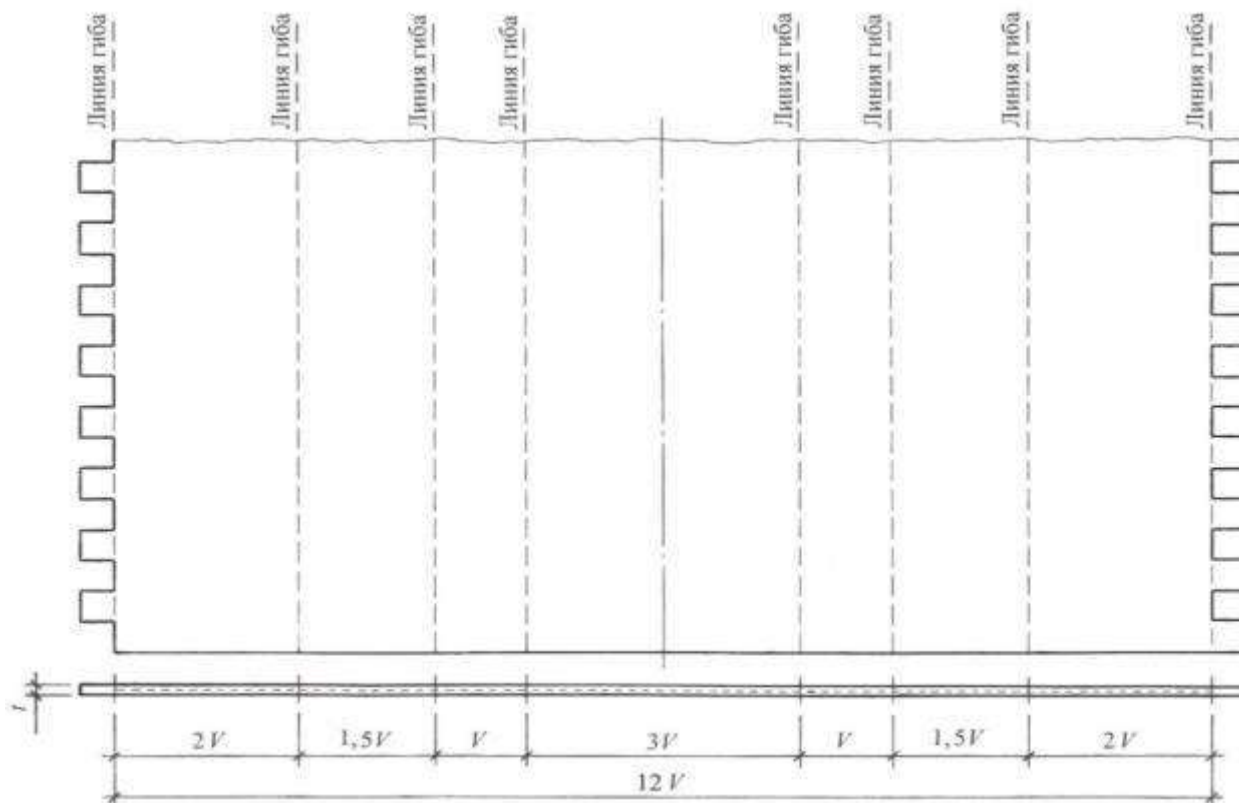


Рис. 2. Развертка листовой заготовки (штрипса) с зубчатыми кромками для равноустойчивого профиля

Предлагаемые гнутые замкнутые (гнутозамкнутые) профили обладают достаточно универсальным техническим решением, с реализацией которого для их изготовления можно использовать как зубчатые крепления, так и сварные, болтовые или заклепочные соединения. Равноустойчивость профилей способствует эффективности их использования в поясах стропильных и подстропильных ферм прогонных покрытий. Применительно к поясам ферм беспрогонных покрытий рационально удлинить размеры реберных частей двойной толщины профилей в зависимости от величин совместно действующих изгибающих моментов и сжимающих сил, развивая их расчетное сечение в силовой плоскости несущей конструкции и сохраняя при этом уже обозначенные соотношения размеров длинных и коротких граней трубчатых частей одиночной толщины. Для изготовления гнутозамкнутых профилей без сварных, болтовых или заклепочных соединений параметры зубчатых продольных кромок их листовых заготовок целесообразно подобрать так, чтобы одним зигзагообразным резом формировать кромки сразу двух заготовок. Издержки производства при этом будут минимальными, что обеспечит уменьшение дополнительных затрат. Кроме того, загибы зубчатых креплений гнутозамкнутых профилей увеличивают толщину смятия, что может способствовать определенному росту несущей способности соединений тонкостенных элементов, работающих в основном на сдвиг [2].

Для вывода приведенного отношения размеров прямоугольного гнутозамкнутого профиля с одинаковой устойчивостью из плоскости и в плоскости конструкции, а также количественной оценки его несущей способности необходимо рассчитать моменты инерции сечения относительно главных центральных осей и приравнять их друг к другу. Расчетные выкладки при этом допустимо выполнять по средней линии тонкостенного сечения без учета

угловых закруглений профиля, а также без учета численных величин, содержащих значения толщины, возведенной во вторую и третью степень.

Рассматриваемое сечение гнутозамкнутого профиля можно представить составным из трубчатой части одиночной толщины и реберной части двойной толщины (рис. 1, б):

$$A = A_t + A_p = 2t(U + V) + 2t(U - V) = 4tU = 4ntV,$$

где A – расчетная площадь сечения гнутозамкнутого профиля; A_t – расчетная площадь трубчатой части; A_p – расчетная площадь реберной части; t – толщина профиля; U – размер длинной грани профиля, равный его габаритам по высоте и ширине; V – размер короткой грани профиля; n – отношение размера длинной грани к размеру короткой грани, $1 \leq n = U/V$.

Ордината центра тяжести сечения относительно верхней грани гнутозамкнутого профиля составляет:

$$y_0 = V \frac{n+1}{4}.$$

Момент инерции сечения относительно оси $x-x$:

$$I_x = ntV^3 \left(\frac{5}{12}n^2 - \frac{1}{2}n + \frac{3}{4} \right).$$

Момент инерции сечения относительно оси $y-y$:

$$I_y = n^2tV^3 \left(\frac{1}{6}n - \frac{1}{2} \right).$$

Тогда получается уравнение:

$$I_x - I_y = 0;$$

$$n^2 - 4n + 3 = 0$$

с корнями

$$n_1 = 1 \text{ и } n_2 = 3.$$

Очевидно, что при $n_1 = 1$ гнутозамкнутый профиль трансформируется в квадратную трубу, а при $n_2 = 3$ размер коротких граней в 2 раза меньше размера ребра и в 3 раза меньше размера длинных граней.

Оптимизированные таким образом по критерию равноустойчивости, прямоугольные гнутозамкнутые профили, имеют следующие характеристики поперечного сечения:

$$H = 3,0V \text{ – габаритный размер по высоте;}$$

$$U = 3,0V \text{ – габаритный размер по ширине;}$$

$$y_0 = V \text{ – ордината центра тяжести сечения относительно верхней грани;}$$

$$A = 12,0tV \text{ – расчетная площадь сечения;}$$

$$I_x = I_y = 9,0tV^3 \text{ – моменты инерции;}$$

$$W_{x,\max} = 9,0tV^2, W_{x,\min} = 4,50tV^2, W_y = 6,0tV^2 \text{ – моменты сопротивления;}$$

$$i_x = i_y = 0,86603V \text{ – радиусы инерции.}$$

При совместном действии изгибающих моментов и сжимающих сил гнутозамкнутые профили рационально развивать в силовых плоскостях несущих конструкций. Для этого целесообразно принять полученные отношения размеров ребер, длинных и коротких граней равноустойчивого сечения в качестве базовых с тем, чтобы применительно к каждому расчетному случаю развивать высоту сечения последовательно на один размер коротких граней.

Так, если развить высоту на 1 размер коротких граней и повторить все расчетные выкладки, то гнутосварные профили будут иметь следующие характеристики поперечного сечения:

$H = 4,0V$ – габаритный размер по высоте;

$U = 3,0V$ – габаритный размер по ширине;

$A = 14,0tV$ – расчетная площадь сечения;

$y_0 = 1,357V$ – ордината центра тяжести сечения относительно верхней грани;

$I_x = 19,88tV^3$, $I_y = 9,0tV^3$ – моменты инерции;

$W_{x,max} = 14,65tV^2$, $W_{x,min} = 7,522tV^2$, $W_y = 6,0tV^2$ – моменты сопротивления;

$i_x = 1,192V$, $i_y = 0,8018V$ – радиусы инерции.

Численные выкладки, аналогичные приведенному расчету, показали, что гнутозамкнутые профили и других форм поперечных сечений не менее рациональны, чем прямоугольные. В частности, проработаны и по критерию равноустойчивости оптимизированы пятиугольные, треугольные и трапециевидные профили, у которых боковые грани наклонены относительно вертикали под углами 45° и 60° [3].

При сравнении геометрических характеристик их базовых сечений в качестве эталонных (100-процентных) значений приняты параметры прямоугольных профилей, а постоянными величинами являются площадь сечения и толщина листовых заготовок (штрипсов): $A = const$ и $t = const$ (табл. 1). Как видно, в представленном ряду наибольшими значениями осевых моментов инерции сечения выделяются пятиугольные профили, что вполне соответствует итогам оптимизационных расчетов пятигранных труб [4, 5].

Таблица 1. Расчетные параметры базовых сечений гнутозамкнутых профилей (ГЗП), оптимизированных по критерию равноустойчивости

Гнутозамкнутые профили (ГЗП)		Прямоугольные	Пятиугольные, 45°	Пятиугольные 60°	Треугольные, 45°	Треугольные, 60°	Трапециевидные, 45°	Трапециевидные, 60°
Характеристики сечений	$H, A/t$	0,250000 100%	0,276528 110,6%	0,271621 108,6%	0,270485 108,2%	0,251298 100,5%	0,251802 100,7%	0,237451 95,0%
	$U, A/t$	0,250000 100%	0,316035 126,4%	0,289569 115,8%	0,324582 129,8%	0,315341 126,1%	0,308420 123,4%	0,314050 125,6%
	$V, A/t$	0,083333 100%	0,092167 110,6%	0,126837 152,2%	0,108194 129,8%	0,160267 192,3%	0,148995 178,8%	0,167101 200,5%
	$y_0, A/t$	0,083333 100%	0,090259 108,3%	0,090993 109,2%	0,089217 107,1%	0,075486 90,6%	0,078351 94,02%	0,066289 79,55
	$I_x = I_y, A^3/t^2$	0,005207 100%	0,007674 147,4%	0,006938 133,2%	0,006877 132,1%	0,005630 108,1%	0,005844 112,2%	0,005324 102,2%
	$W_{x,max}, A^2/t$	0,062410 100%	0,056407 90,4%	0,076377 122,4%	0,078128 125,2%	0,074592 119,5%	0,075190 120,5%	0,080650 129,2%
	$W_{x,min}, A^2/t$	0,031250 100%	0,027910 89,3%	0,038478 123,1%	0,038453 123,0%	0,032026 102,5%	0,033965 108,7%	0,031235 99,96%
	$W_y, A^2/t$	0,041666 100%	0,030768 73,9%	0,047832 114,8%	0,042391 101,7%	0,035710 85,7%	0,038031 91,3%	0,033912 81,4%
	$i_x = i_y, A/t$	0,072162 100%	0,087603 121,4%	0,083293 115,4%	0,082928 114,9%	0,075037 104,0%	0,076514 106,0%	0,073023 101,2%

Таким образом, полученные результаты сравнений подтверждают перспективность применения в несущих конструкциях предлагаемых гнутозамкнутых профилей, как без зубчатых креплений, так и с зубчатыми креплениями. В последнем случае ослабление расчетного сечения нетто из-за зубчатых продольных кромок меньше аналогичного ослабления от метрической резьбы. Если в такой резьбе «лишний» металл в виде стружек и

опилок тщательно утилизируют в качестве вторичного сырья (металлического лома), то в новом техническом решении, минимизируя отходы конструкционного материала (оцинкованной стали) и уменьшая дополнительные затраты, одним зигзагообразным резом можно получить зубчатые продольные кромки сразу двух листовых заготовок для гнutoзамкнутых профилей. При этом универсальность их технического решения в случае необходимости позволяет, имея оптимизированное по критерию равноустойчивости сечение и отталкиваясь от него, как от базового, по заданным проектом параметрам подбирать производные сечения за один-два шага. Ряд приведенных профилей дополнен аналогичными профилями круглых очертаний, а так же составных сечений швеллерной, зетовой и двутавровой формы. Приняты в разработку, включая разные стадии патентной экспертизы, профили с перфорированными стенками (вертикальными гранями) и перфорированными полками (горизонтальными гранями). Представляется, что в дальнейшем аналогично и созвучно гнutoсварным профилям (ГСП) предлагаемые гнutoзамкнутые профили можно сокращенно маркировать ГЗП.

Список литература

1. *Марутян А.С.* Гнutoзамкнутый профиль. Патент на изобретение № 2641333 РФ. Кл. МПК E04C3/07.17.01.2017.
2. *Кузнецов И.Л., Фахрутдинов А.Ф., Рамазанов Р.Р.* Результаты экспериментальных исследований работы соединений тонкостенных элементов на сдвиг // Вестник МГСУ. 2016. № 12. С. 34–43.
3. *Марутян А.С.* Гнutoзамкнутые профили и расчет их оптимальных параметров // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 1. С. 33–43.
4. *Копытов М.М., Матвеев А.В.* Легкие металлоконструкции из пятигранных труб. Томск: STT, 2007. 124 с.
5. *Марутян А.С.* Профильные трубы новых модификаций для строительных металлоконструкций, включая модули «Пятигорск» и «Новокисловодск». Пятигорск: СКФУ, 2016. 168 с.

УДК 677.074.166.7:677.027.162

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ СЛОИСТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ RESEARCH OF THE DRYING AND HEAT TREATMENT PROCESS OF COMBINED LAYERED TEXTILE MATERIALS

**Ясинская Наталия Н., Скобова Наталия В., Ольшанский Валерий И.,
Коган Александр Г.
Yasinskaya Natalia N., Skoblova Natalia V., Olshansky Valery I.,
Kogan Alexander G.**

*Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь,
Vitebsk state technology university, Belarus
(yasinskaynn@rambler.ru, skobova-nv@mail.ru, olshanskiy.valera@mail.ru,
kogan-ag@rambler.ru)*

Аннотация: Проведены исследования кинетики процесса сушки слоистых материалов, полученных клеевым способом с использованием текстильных структур из натуральных и химических волокон. Разработана методика расчета продолжительности процесса сушки слоистых текстильных материалов.

Abstract: The kinetics of the drying process of layered materials obtained by the adhesive method using textile structures from natural and chemical fibers were studied. A method for calculating the duration of the drying process of layered textile materials has been developed.

Ключевые слова: слоистый текстильный материал, кинетика сушки, теплофизические свойства

Keywords: laminated textile material, drying kinetics, thermophysical properties

Сушка и термообработка - обязательные операции при формировании слоистых текстильных материалов, являются весьма продолжительными и энергоемкими, в которых расходуется большое количество тепловой энергии для испарения влаги и термофиксации полимерного связующего [1]. Продолжительность и температура процесса сушки и термообработки слоистых текстильных материалов должны строго соблюдаться во избежание высокой влажности готового материала или чрезмерной пересушки, нежелательного растрескивания, подплавления волокнистого компонента слоистого материала или разрушения слоев.

В настоящее время основными способами сушки и термообработки текстильных материалов являются конвективный, радиационный контактный и комбинированный [2]. Наиболее простым и распространенным является конвективный способ, что объясняется простотой и дешевизной используемого оборудования. Использование контактного способа при формировании слоистых текстильных материалов ограничивается их толщиной, природой волокон и полимерных связующих.

В случае материалов, имеющих значительную толщину, необходимо увеличивать время контакта поверхностного слоя с нагреваемой поверхностью, что приводит к ухудшению их качества. Контактный способ нагрева находит применение при формировании структурных эффектов (тиснения) на поверхности материала в процессе каландрирования.

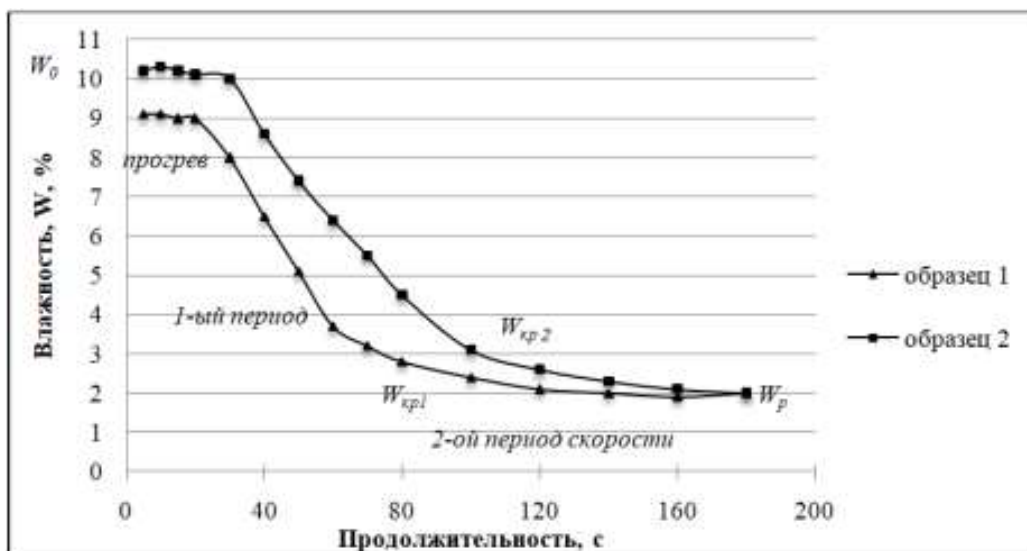
Текстильные материалы из натуральных и химических волокон чувствительны к действию высоких температур, при которых возможно протекание термодеструкционных процессов и разрушение волокнообразующего полимера. Внешним проявлением этих процессов являются усадка, повышенная жесткость и блеск, изменение окраски, нарушение структуры, расслаивание.

Таким образом, при формировании слоистых текстильных материалов к режимам процесса сушки и термообработки предъявляются следующие требования:

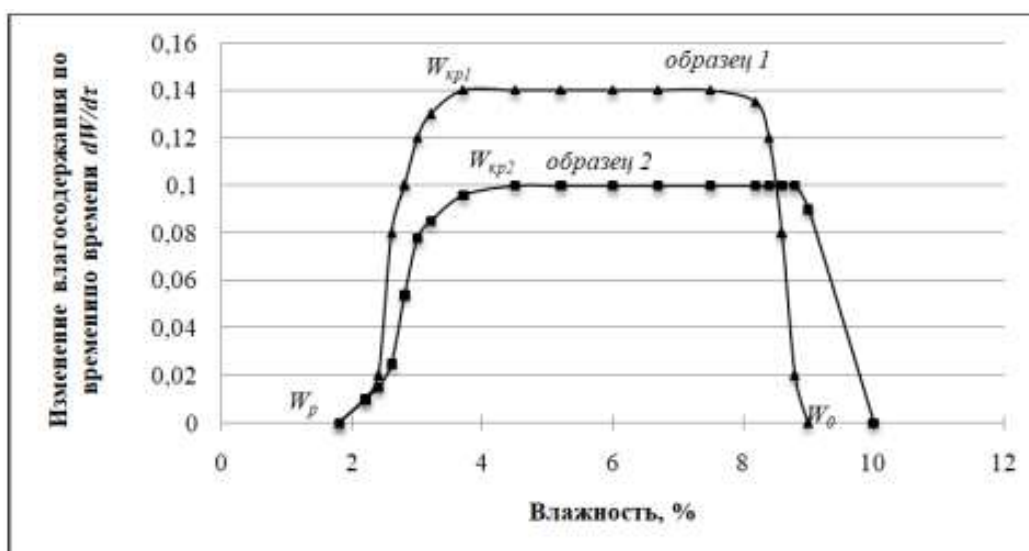
- температура теплоносителя должна быть ниже температуры, при которой протекают термодеструкционные процессы в волокнистых материалах и полимерных связующих;
- равномерное прогревание слоев, исключение «теплого удара», что способствует диффузии полимерного связующего в поры волокнистого материала и предотвращает его усадку;

Для исследования процесса сушки слоистых материалов, полученных клеевым способом с использованием текстильных структур из натуральных и химических волокон применим теорию сушки А.В. Лыкова [3, 4].

В результате экспериментальных исследований процесса конвективной сушки при температуре 140⁰С были построены кривые сушки $W=f(\tau)$ (рисунок 1, а) и скорости сушки $\frac{dW}{d\tau} = f(W)$ (рисунок 1, б), а также проведено сравнение экспериментально полученных значений режимных параметров сушки с рассчитанными с использованием приближенного метода, основанного на замене реальной кривой скорости сушки ее упрощенной идеализированной моделью (таблица 1).



а)



б)

образец 1 – слоистый ворсовой материал (нетканое полотно флизелин – нитроновый ворс 140 г/м²);
образец 2 – слоистый текстильный материал (нетканое полотно флизелин – льняная ткань 280 г/м²).

**Рисунок 1 - Кинетика сушки слоистых текстильных материалов
(формирование клеевым способом)**

Таблица 1- Расчетные и экспериментальные данные сушки слоистых текстильных материалов

Параметр	Обозначение	Единица измерения	образец 1		образец 2	
			расч.	эксп.	расч.	эксп.
Начальное влагосодержание	W ₀	%	-	9,2	-	10,3
Критическое влагосодержание	W _{кр}	%	-	3,7	-	4,5
Критическое приведенное влагосодержание	W _{кр.п.}	%	3,5	-	3,8	-
Конечное влагосодержание	W _к	%	-	3,0		
Равновесное влагосодержание	W _р	%	-	1,8	-	2,0
Относительный коэффициент сушки	χ	1/%	0,19	-	0,17	-
Постоянный коэффициент сушки	K	с-1	0,027	-	0,017	-

Продолжительность периода прогрева	τ_0	с	-	21,0	-	25,0
Продолжительность в периоде постоянной скорости	τ_1	с	39,3	40,0	58,0	60,0
Продолжительность в периоде падающей скорости сушки	τ_2	с	30,5	32,0	63,1	64,0
Продолжительность сушки	τ_{1-2}	с	69,8	93,0	121,3	149,0
Скорость сушки в периоде постоянной скорости	N	%/с	0,1421	0,14	0,1	0,1

Анализируя полученные теоретические и экспериментальные результаты можно сделать следующие выводы:

- уменьшение влагосодержания слоистых текстильных материалов (образец 1, 2) начинается при $\tau = 20-40$ с, т.е. наблюдается период прогрева (τ_0) до температуры начала испарения влаги, содержащейся в полимерном связующем;

- для слоистых текстильных материалов (образец 1, 2), полученных клеевым способом, продолжительность сушки в периоде постоянной скорости сопоставима с продолжительностью в периоде падающей скорости сушки, что можно объяснить малым начальным влагосодержанием и небольшим количеством связанной влаги в материале;

Известно [4, 5], что для тонких материалов, к которым относится большинство текстильных, при расчете общей продолжительности сушки продолжительностью периода прогрева можно пренебречь. Сравнение экспериментальных и расчетных значений показало, что для комбинированных слоистых текстильных материалов продолжительность периода прогрева значительна. Поэтому, для инженерных расчетов продолжительности термообработки слоистых текстильных материалов воспользуемся приближенным решением задачи нестационарной теплопроводности многослойной пластины [6, 7].

С этой целью слоистый текстильный материал, состоящий из двух плотно прилегающих друг к другу различных по свойствам компонентов, преобразован в эквивалентный однослойный и проанализирован процесс нагревания на основе общих законов теплопередачи. Для решения задачи использован аппарат классической теории теплопроводности А.В. Лыкова [6]. В результате получена удобная для практических расчетов формула:

$$t(0, \tau) = t_0 + 1,27(t_g - t_0) \cdot e^{-1,57 \frac{a_{экв} \tau}{R^2}} \quad (1)$$

где $t(0, \tau)$ – температура в центре слоистого текстильного материала в момент времени τ , °С;

t_g – температура воздуха в термокамере, °С;

t_0 – исходная температура материала, °С;

$a_{экв}$ – коэффициент эквивалентной температуропроводности, м²/с;

R – ½ толщины слоистого текстильного материала, м;

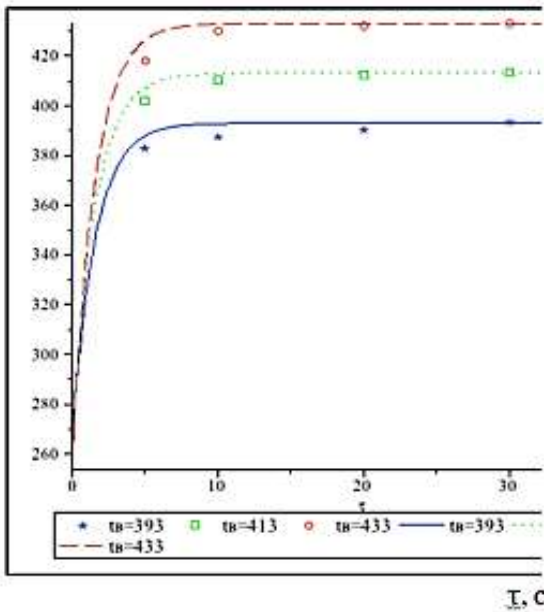
τ – продолжительность термообработки, с.

Уравнение (1) позволяет для слоистых текстильных материалов различного сырьевого состава и толщины рассчитать [8]:

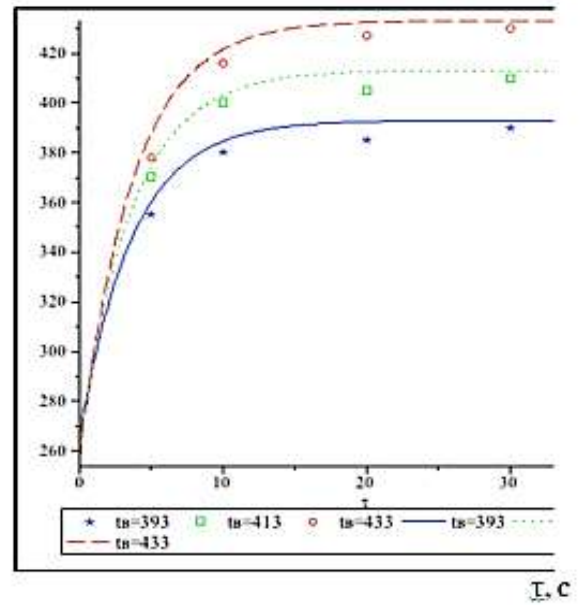
- продолжительность периода прогрева при заданной температуре в сушильной камере;

- температуру в секциях сушильной камеры, необходимую для полного прогрева слоистого текстильного материала в течении заданного времени.

Экспериментальные и расчетные исследования кинетики нагрева слоистых текстильных материалов представлены на рисунке 2. Исследования процесса прогрева проведены на предварительно высушенных образцах с целью исключения влияния испаряющейся влаги на распределение температуры.



а)



б)

*(линиями обозначены расчетные значения, точками – экспериментальные)

Рисунок 2 - Кинетика прогрева слоистого ворсового материала 140 г/м² (а) и с тканым покрытием 280 г/м² (б)

Результаты анализа экспериментальных и расчетных данных позволили предложить следующую методику расчета продолжительности процесса сушки слоистых текстильных материалов:

1. Задается температура воздуха в сушильной камере t_a .
2. Задается начальная W_0 , равновесная W_p , критическая $W_{кр.}$ и критическая приведенная $W_{кр.п.}$ влажность материала, скорость сушки в периоде постоянной скорости сушки N .
3. Задаются геометрические и теплофизические свойства слоев текстильного композита:

- δ_1 – толщина материала основы, м;
- δ_2 – толщина текстильного покрытия, м;
- P – пористость текстильного материала, %;
- ω_1 – доля материала основы;
- ω_2 – доля текстильного материала;
- λ_1 – теплопроводность материала основы, Вт/(м·град);
- $\lambda_в$ – теплопроводность волокна, Вт/(м·град);
- c_1 – теплоемкость материала основы, Дж/ кг·град);
- c_2 – теплоемкость материала основы, Дж/ кг·град);
- γ_1 – объемная плотность материала основы, кг/м³;
- γ_2 – объемная плотность текстильного покрытия, кг/м³.

4. Расчет теплопроводности текстильного материала с учетом его пористости по формуле:

$$\lambda = 0,0259 \cdot \left[1 + \frac{(1 - P)}{\frac{P}{4} + \frac{0,0259}{\lambda_в - 0,0259}} \right]$$

5. Преобразование двухслойного материала в однослойный:

- расчет эквивалентного коэффициента теплопроводности

$$\lambda_{экв} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$$

- расчет теплоемкости

$$c = \omega_1 c_1 + \omega_2 c_2$$

- расчет объемной плотности

$$\gamma = \frac{\omega_1 \gamma_1 + \omega_2 \gamma_2}{2}$$

- расчет толщины

$$R = \delta_1 + \delta_2$$

- расчет коэффициента температуропроводности для преобразованного в однослойный слоистого материала

$$a = \frac{\lambda_{экв}}{c \cdot \gamma}$$

6. Расчет продолжительности периода прогревания слоистого текстильного материала по формуле:

$$t(0, \tau) = t_0 + 1,27(t_g - t_0) \cdot e^{-1,57 \frac{a\tau_0}{R^2}}$$

$$\tau_0 = \frac{-R^2}{1,57a} \ln \left(\frac{t - t_0}{1,27(t_g - t_0)} \right)$$

7. Расчет относительного коэффициента сушки

$$\chi = \frac{1,8}{W_0}$$

8. Расчет суммарной продолжительности первого (постоянной скорости) и второго (падающей скорости) периодов сушки

$$\tau_{1-2} = \frac{1}{N} \left[W_0 - W_{кр.п.} + \frac{1}{\chi} \ln \frac{W_{кр.п.} - W_p}{W_{кр} - W_p} \right]$$

9. Расчет общей продолжительности сушки

$$\tau = \tau_0 + \tau_{1-2}$$

Список литературы

1. Ясинская Н.Н., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Композиционные текстильные материалы: монография. Витебск: УО «ВГТУ», 2016 299 с.
2. Гусаров А.М., Кузнецов А.А. Оценка и прогнозирование теплозащитных свойств пакетов материалов для специальной защитной одежды пожарных: монография Витебск: УО «ВГТУ», 2017. 174 с.
3. Лыков А.В. Тепло и массообмен в процессах сушки. М.: Госэнергоиздат, 1956. 518 с.
4. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Госэнергоиздат, 1950. 420 с.
5. Ясинская Н.Н., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Нестационарная теплопроводность текстильных материалов: монография. Витебск : УО «ВГТУ», 2003. 171 с.
6. Лыков А.В. Теория теплопроводности. Москва: Высшая школа, 1967. 600 с.
7. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. Минск: Беларус. навука, 2010. 443 с.
8. Karpenya A.M., Yasinskaya N.N., Verbitskaya Y.P., Olshanskii V.I. Study of heating process for producing pliant synthetic fibre boards utilizing short-fibred wastes of natural and chemical fibre treatment // Fibre Chemistry. 2013. T. 44. № 5. P. 307–310.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ МЕТАЛЛИЗАЦИИ НИТЕЙ И ТКАНЕЙ DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF METHODS OF METALLIZATION OF THREADS AND FABRICS

Федорова Наталья Евгеньевна
Fedorova Natalia Evgenievna

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: nefedorova2014@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрены примеры использования металла в нитях и тканях. Сочетание металла с текстильными нитями позволяет создать различные специальные материалы, которые способны проявлять специфические свойства, востребованные потребителем.

Abstract: Examples of the use of metal in filaments and fabrics are considered. The combination of metal with textile threads allows you to create various special materials that are able to exhibit specific properties demanded by the consumer.

Ключевые слова: металлический слой, технология, свойства, нити, ткань.

Keywords: metal layer, technology, properties, threads, fabric.

Ткани на поверхность которых нанесен тонкой металлический слой, или изготовленные с применением металлических или металлизированных нитей обладают рядом свойств, позволяющих их использовать как в быту, так и для разнообразных технических целей.

Примеры использования металла в военной одежде ведут начало с изобретения способов производства проволоки из металлов и далее по ходу совершенствования техники волочения стало развиваться производство проволочных кольчуг, которые по структуре и методам изготовления ближе всех подходят к текстильным тканям.

На современном этапе наиболее перспективны следующие способы: введения металла в текстильное изделие, осаждения слоя металла на текстильных нитях, использование металлических или металлизированных нитей вместе с текстильными нитями, нанесение слоя металла на готовую ткань, дублирование ткани с металлической фольгой или металлизированной полимерной пленкой, перспективным и экологически чистым является метод магнетронного распыления.

Введение металла в состав синтетических волокон приводит к улучшению некоторых свойств этих волокон, например, увеличивается устойчивость полиамидных изделий к действию повышенной температуры. Сочетание металла с текстильными нитями позволяет создать различные специальные материалы. Металлические нити могут быть как сплошными, так и сочетаться с текстильными. Металлизация синтетических тканей методом магнетронного напыления позволяет получить текстильный материал с хорошими физико-гигиеническими характеристиками, который может быть использован для изготовления медицинской одежды. Ткань, выработанная по этой технологии, легко поддается обработке, стерилизации и дезинфекции, и при этом длительно сохраняет свои свойства и внешний вид. Также изделия, изготовленные из тканей с легким металлическим блеском, приобретают дополнительную эстетическую привлекательность для дизайнеров во всем мире. Люреksom называют пряжу, созданную из металлизированных ниток. Ткань из люрекса обладает эффектом «металлического блеска», и мода на нее время от времени возвращается, а потом опять пропадает. Раньше люрекс производился не из полиэстера, а из фольги – алюминиевой, никелевой, медной или латунной. Такая технология достаточно дорогая, к тому же, подобные волокна отличались низкой прочностью. В наши дни при производстве

люрекса из ниток на основе химической пленки, можно достигать не только прочности, но и разнообразия оттенков и цветов а, приятный блеск – это отличительная черта изделий, созданных на основе люрекса.

Металлическую пряжу различных цветов получают путем введения пигмента в покровную пленку, окраской текстильных волокон, входящих в пряжу. Металлический войлок применяют в качестве фильтрующего материала. Металловойлок может работать при высоких температурах и обладает большим сроком службы.

Давно известна драгоценная ткань из шелка и золотых и серебряных нитей. Другая подобного рода ткань «парча» пришла к нам из Персии. Тогда подобная пряжа была очень дорогой, и приобрести ее были способны только обеспеченные материально люди. Сегодня же, благодаря современным технологиям, металлизированная нить создается с использованием полиэстера, а это позволяет удешевить продукцию. Интересны как в технологическом, так и в декоративном отношении старинные «золотные» ткани.

Большой сегмент производства металлизированных тканей сегодня занят техническими тканями специального назначения. Например, металлизированная стеклоткань из которой вырабатывается стеганый теплозащитный материал для спецодежды пожарников и рабочих, в тканях для верха теплозащитного и теплоотражательного костюма для работников газовой, нефтяной промышленности, для работников народного хозяйства, подвергающихся на производстве воздействию экстремальных факторов, таких как огонь, интенсивное термическое воздействие, инфракрасное излучение. Полученная ткань содержит синтетические основные и уточные нити на основе термостойких полимеров и имеет на лицевой стороне металлизированное покрытие. Эксплуатационные характеристики металлизированных тканей зависят в первую очередь от высокого качества тканой подложки и способа ее металлизации.

Перевязочные средства с напылением тонкой пленки серебра обладают бактерицидной эффективностью, достаточной для практического применения в медицине. Цена перевязочных средств, изготовленных на основе металлизированной марли, ниже цены импортных салфеток на основе специальных масел и имеют неограниченный срок годности [1].

Еще важный момент этого производства – развитие защитных свойств металлизированных тканей. Использование этих тканей для защиты от магнитных полей, теплоизлучения, фотохимического действия лучей и т.д. Придание экранных свойств металлизированным тканям – тоже известная технология сегодня в мире. Область применения защитных материалов от электромагнитного излучения является достаточно обширной и охватывает: защитную одежду, экранирующие материалы от вредного излучения, экранирующие материалы от излучения, предназначенного для позиционирования различных объектов.

Многие зарубежные фирмы создали ткани, позволяющие эффективно защищать организм человека от большинства видов электромагнитного излучения. Хорошо известно, что к радиоотражающим материалам, относятся различные металлы, которые могут использоваться в текстильном производстве в виде металлизированных покрытий волокон или нитей. Часто используются металлические волокна, которые в процессе прядения равномерно впрядаются в пряжу и эти волокна создают эффект металлической решетки.

Изобретение [2] относится к модификации поверхностных свойств тканых и нетканых текстильных материалов методом магнетронного распыления и может быть использовано для изготовления материалов, обладающих электрической проводимостью и экранирующих электромагнитное излучение. По ходу технологического процесса обеспечиваются условия для создания на текстильном материале из любых нитей и волокон сплошного металлического слоя, обладающего электрической проводимостью и экранирующими свойствами.

В связи с развитием технической сферы жизни современного человека производство металлизированных нитей и тканей становится все более актуальным.

Создание средства индивидуальной защиты на основе текстильных материалов – цель большой научной работы.

Были рассмотрены следующие способы: металлизированная электропроводящая ткань Метакрон для защиты от излучений, металлизация текстильных материалов из плазмы, металлизированная ткань [3], способ получения металлизированной нити [1].

В современном мире защита от инфракрасных излучений проблема актуальная в разных областях профессий. В способах металлизации текстильных материалов есть свои недостатки, которые надо изучать и исследовать этапы технологии.

В рассмотренных способах металл наносится на ткань и пряжу ровным слоем определенной толщины, что обеспечивает экранирование инфракрасных излучений определенной длины волны.

Очень мало разработок по химической металлизации. Этот способ перспективен в производстве технических электропроводных тканей и представляют определенный интерес и для тканей бытового назначения. При металлизации тканей распылением и в вакууме снижает исходную прочность волокон и нитей в изделии, т.к. осаждение металла происходит под температурой, превышающей температуру деструкции волокна. Металлизация тканей и пряжи проводится преимущественно из искусственных волокон, т.к. металлизация текстильных материалов и натуральных волокон ведет за собой ухудшение ценных свойств последних.

На современном этапе развитие способов металлизации нитей и тканей требует знания различных технологии, научного опыта, маркетинговых исследований рынка для координации направлений исследований.

Список литературы

1. Горберг Б.Л., Иванов А.А. и др. Способ изготовления антимикробного текстильного материала. Патент на изобретение №2426559. Кл. МПК- А61L15/18, С23С14/35. 20.08.2011.

2. Горберг Б.Л., Иванов А.А. и др. Способ получения электропроводящего текстильного материала. Патент на изобретение №2505256. Кл. МПК- А41D13/00, D03D15/00, С23С14/35 С23С14/20. 27.01.2014.

3. Гусейнов Э.Ф., Исаева Е.А. Металлизированная ткань. Патент на изобретение №2104347. Кл. МПК- D03D15/12, А62В17/00. 10.02.1998.

4. Шапилова Н.Д., Григорьева Н.Б. и др. Способ получения металлизированной нити. Патент на изобретение №2061122. Кл. МПК- D02G3/12, D02G3/38. 27.05.1996.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАМОТКИ
КОНСТРУКЦИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**
**PROSPECTS OF TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF AUTOMATED WINDING OF
AEROSPACE ENGINEERING STRUCTURES FROM POLYMER COMPOSITE
MATERIALS**

Боголюбов Владимир Семенович^{*}, Малков Игорь Владиславович^{}**
Bogolyubov Vladimir Semenovich, Malkov Igor Vladislavovich

^{}Российская инженерная академия, Россия, Москва*

^{}Russian engineering academy, Russia, Moscow*

(e-mail:bogsampe@gmail.com)

*^{**}Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский
авиационный институт», Украина, Харьков*

*^{**}National aerospace university the name of N.E. Zhukovski the "Kharkov aviation institute",
Ukraine, Kharkiv*

(e-mail:i.v.malkov@mail.ru)

Аннотация: Представлены результаты анализа перспектив развития структуры некоторых основных технологических процессов изготовления конструкций из ПКМ. Оценена степень автоматизации и механизации технологических процессов и снижение трудоемкости изготовления элементов конструкций.

Abstract: The results of the analysis of the prospects for the development of the structure of some basic technological processes for the manufacture of structures from PCM are presented. The degree of automation and mechanization of technological processes and the reduction in the labor intensity of manufacturing structural elements are estimated.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, автоматизация технологических процессов, летательные аппараты.

Keywords: polymer composite materials, automation of technological processes, aircraft.

Всестороннее расширение областей применения композиционных материалов (КМ) и дальнейший рост требований, предъявляемых к массе конструкций из них, стабильности их прочностных и жесткостных характеристик привело к необходимости дальнейшего совершенствования технологии производства изделий из КМ. На первый план выступают технологические способы, позволяющие максимально автоматизировать технологический процесс и производить точный контроль процентного содержания наполнителя, связующего и других технологических параметров. Поэтому одним из самых перспективных способов получения изделий из КМ является метод автоматизированной намотки.

Применяемые в настоящее время в конструкциях пассажирских самолетов, вертолетов и ракет ПКМ представляют собой, в основном, угле- стекло- и органопластики на основе эпоксидных или эпоксифенольных связующих.

Наиболее высокие и стабильные деформативно-прочностные, теплофизические, массовые и др. физико-механические характеристики (ФМХ) достигаются в конструкциях из КМ, изготовленных по технологии автоматизированной намотки. Метод намотки, существующий более 50 лет, вышел на новый виток своего развития и имеет большие потенциальные возможности. Сегодня решается вопрос о намотке неосесимметричных тел и конструкций более сложной формы, значительного расширения применения технологии намотки при создании принципиально нового технологического оснащения и изделий с новыми структурами армирования.

Технология намотки, имея значительные преимущества перед другими методами, обладает большими потенциальными возможностями, которые скрыты главным образом в области новых конструктивно-технологических решений (КТР).

Разработка новых КТР позволит значительно снизить трудоемкость изготовления конструкций за счет автоматизации и сокращения объема технологической подготовки производства (ТПП) и формировать конструктивные элементы более сложной формы.

Одной из новых тенденций развития высокоэффективных технологий считается создание таковых с использованием принципов мехатроники, автоматизации, пространственной композиции на основе объектно-ориентированного подхода [1]. Главными принципами последнего является абстрагирование, ограничение доступа, модульность, иерархичность, типизация, параллелизм и устойчивость. Большинство из указанных принципов присущи технологии автоматизированной намотки изделий из КМ.

В общем объеме методов переработки армированных пластиков намотка 30 лет назад занимала не более 10...15%. В тоже время именно этот метод открыл широкие возможности для изготовления крупногабаритных деталей, таких как корпуса баллистических ракет, диаметром до 1,5 м и длиной до 7 м, сосуды вытеснительных систем подъема ракеты из подводных лодок на поверхность воды [2]. Метод намотки позволяет получить изделия, к которым предъявляются жесткие требования и которые не могут быть получены другими методами [3]. Намотка один из самых производительных способов изготовления изделий.

В тоже время создание конструкций из композиционных материалов методом намотки является достаточно трудоемким процессом, требующим обоснованного выбора типа армирующего материала и матрицы, проектирования и изготовления сложной технологической оснастки, использования уникального оборудования, высокопрофессиональной отработки технологических параметров изготовления изделий, а также проведения комплекса исследований по оценке работоспособности изготовленной конструкции.

Уже более двадцати лет, по оценке экспертов [4, 5], этот метод переработки неметаллических материалов значительно превосходил другие методы по комплексному показателю эффективности (таблица 1):

$$K_{\text{Э}} = \frac{\sigma \cdot П \cdot C_u}{C_o \cdot K} \rightarrow \max, \quad (1)$$

- где σ - прочность изделия;
 $П$ - производительность технологического процесса;
 C_u - степень сложности изделия;
 C_o - стоимость оборудования;
 K - квалификация рабочего.

Таблица 1. Эффективность методов переработки ПКМ

№ п/п	Метод	C_o	$П$	K	C_u	σ	$K_{\text{Э}}$
1.	Контактное формование	1	1	10	10	3	3
2.	Напыление	4	4	10	10	1	1
3.	Прессование	8	8	4	5	7	8,7
4.	Намотка	6-7	6	2	4-7	9-10	15-35

В качестве примера проведем сравнительный анализ между существующими технологиями производства ферменных конструкций (ФК) космических аппаратов (КА) и оценим перспективность применения технологии намотки по нескольким основным показателям эффективности. Среди них показатели веса, прочности, весового совершенства, коэффициент линейного температурного расширения (КЛТР), жесткости, технологичности и

стабильности параметров. При анализе будем использовать метод экспертных оценок. Усредненные результаты опроса экспертов по 12^{-ти} бальной шкале приведены в таблице 2, где для каждой технологии дана оценка по каждому показателю. На рис.1 представлены зависимости показателей от вида технологии.

Сравнивать между собой будем технологию производства ФК из алюминиевых сплавов (ТП-1), технологию производства металлокомпозитных ферм (ТП-2), технологию производства элементов ФК из углепластика методом выкладки с последующей сборкой (ТП-3), технологию интегральной выкладки (ТП-4), технологию намотки элементов фермы с последующей сборкой (ТП-5) и технологию интегральной намотки ФК (ТП-6).

Первые четыре технологических процесса существуют до настоящего времени, из них ТП-4 является наиболее прогрессивным видом сборки, а ТП-5 и ТП-6 предполагается разработать впервые, поэтому для них особенно важны прогностические оценки экспертов.

Каждая технология оценивалась по всем показателям в отдельности, а для общей оценки использовался интегральный показатель, который обобщенно отобразит уровень развития технологии:

Таблица 2. Результаты экспертной оценки эффективности ферменных конструкций из различных материалов

Показатели	Мет. (ТП-1)	Мет.+КМ (ТП-2)	КМ-В (ТП-3)	КМ-ИВ (ТП-4)	КМ-Н (ТП-5)	КМ-ИН (ТП-6)
Весовое совершенство (K _в)	3,5	5,5	7,5	8,5	10	11
2. КЛТР (K _α)	2,5	4,5	7,5	8,5	9,5	10
3. Прочность (K _р)	4	5,5	7,0	7,5	9,5	10
4. Жесткость (K _ж)	10	8	4	5,5	6,5	7,5
5.Технологичность (K _т)	9	5	6,5	6,5	9	8
6. Стабильность параметров (K _с)	10,5	4,5	5,5	5,5	8,5	9
7. Масса (K _г)	5,7	9	10	11	10	11
Интегральный K _{инт}	6,95	6,08	6,75	7,41	8,83	9,25

$$K_{инт} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (2)$$

где K_i - текущий показатель; n – число показателей.

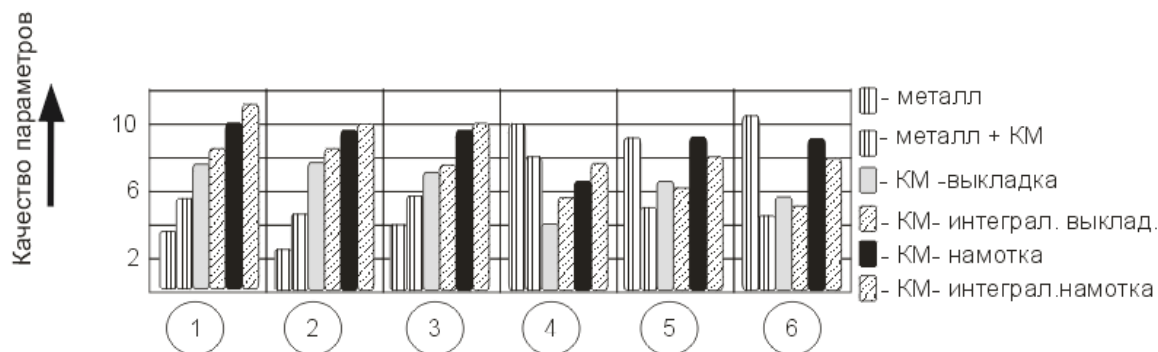


Рис. 1. Сравнительные диаграммы показателей эффективности ФК КА для различных технологий изготовления

Как видно по данным таблицы 2 при переходе от первой традиционной технологии (ТП-1) ко всем последующим из семи показателей стабильную тенденцию к росту имеют четыре показателя: КЛТР (K_a), прочность (K_p), масса (K_G) и производный показатель – массовое совершенство (K_w). Это очевидно, поскольку прямая замена металла на композит, и в частности на углепластик, сразу качественно изменила каждый из четырех показателей. Это важные показатели, потому что они позволяют увеличить полезную нагрузку КА и значительно уменьшить абсолютные значения тепловой деформации конструкции.

В тоже время значения трех других показателей (жесткости, технологичности и стабильности параметров) на первом же этапе (переход от ТП-1 к ТП-2) резко снижаются. Причем показатель жесткости и на втором этапе (от ТП-2 к ТП-3) снижается еще в 2 раза, в то время как у двух других показателей наступает период некоторого подъема и стабилизации. Применение ТП-4 и последующих технологий приводит к стабильному повышению показателя жесткости. Стабильность параметров качественно изменяется при переходе от технологии выкладки к технологии намотки (увеличение показателя более чем в 1,5 раза).

При переходе к технологии намотки возникает проблема формообразования сложнопрофильных элементов фермы (фитинги), которая для технологии выкладки решается значительно проще. Технологические возможности метода намотки более ограничены, поэтому для их преодоления необходимо переходить к новым формам поперечного сечения, реализуемым намоткой. Наиболее простой формой поперечного сечения является прямоугольная или, как частный случай, квадратная. В трубчатых элементах переход от круглого сечения к квадратному приводит к снижению технологичности и незначительной потере прочности (до 15%). Однако в технологическом аспекте мы впервые принципиально решаем проблему формообразования сложнопрофильных объемных фитингов намоткой.

Подводя итоги сравнительного анализа можно количественно оценить перспективность технологии намотки. Использование технологии намотки элементов ФК (рис. 2а) и традиционной сборки повысит интегральный показатель эффективности по сравнению с существующей технологией на 30%, а замена интегральной выкладки на интегральную намотку (рис. 2б) – на 25%. Впервые предложенные технологии позволяют получить ФК, превосходящие по K_{umm} их металлические аналоги более чем на 45%.

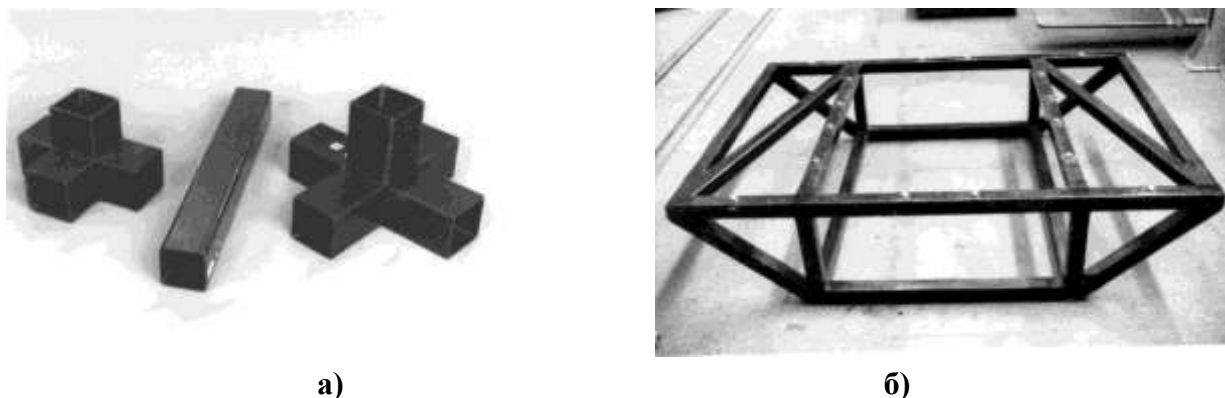


Рис. 2. Трубчатый элемент с фитингами (а) и ферменная конструкция (б), изготовленные методом автоматизированной намотки

Создание конструкций более сложной формы может развиваться по двум направлениям (рис.3). При существующем уровне технологии (T_1) и программного обеспечения систем управления (ПП₁) возможна реализация метода намотки для изделий с некоторой степенью сложности формы (Φ_1). Достичь более высокой степени сложности изделия (Φ_2, Φ_3, \dots) можно совершенствуя, либо технологический процесс намотки (T_2), либо

управляющую намоточную программу (ПП₂). Совершенствование одновременно в двух направлениях может значительно повысить эффективность результата.

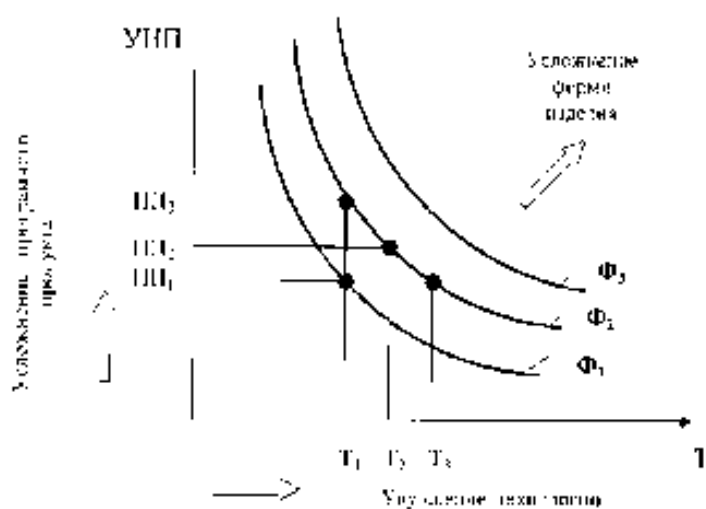


Рис. 3. Зависимость степени сложности изделий от уровня технологии

Выводы

1. Показано, что технология автоматизированной намотки является одним из самых перспективных способов получения изделий из ПКМ.

Дана количественная оценка эффективности основных методов переработки полимерных композиционных материалов и показаны преимущества метода намотки.

2. Перспективы развития метода намотки должны идти в направлении создания несимметричных изделий и изделий более сложной формы, а также в использовании больших потенциальных возможностей метода, связанных с его технологическими особенностями.

3. Приведен сравнительный анализ между существующими технологиями производства ферменных конструкций (ФК) космических аппаратов (КА) и оценена перспективность применения технологии намотки по нескольким основным показателям эффективности.

4. Представлены сравнительные диаграммы показателей эффективности ферменных конструкций космических аппаратов (ФК КА) для различных технологий изготовления.

Список литературы

1. Михайлов А.Н. Некоторые проблемы создания новых технологий / Збірник Праць Міжнароднонауково-технічної конференції "Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва". - Київ: НТУУ "КПІ", 25-28 травня 1998 р. - т.2. - С.10-15.
2. Гуняев Г.М. Изготовление деталей ракет из стеклопластиков методом намотки. Обзор иностранной литературы за 1955-1961 гг. - ВИАМ ОНТИ, 1962. - 44 с.
3. Wackerle P.M., Wetter R. Anwendungsspektrum der Wickeltechnik. - 1985. - V. 75. - № 9. - P. 614-620.
4. Калинин В.А., Макаров М.С. Намоточные стеклопластики. - М.: Химия, 1986. - 272 с.
5. Сироткин О.С., Боголюбов В.С., Малков И.В., Тарасов Ю.М. Современное состояние и перспективы развития технологии формообразования намоткой изделий из КМ в наукоемких отраслях промышленности // Материалы двадцать девятой международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» 1-5 июня 2009 г., г. Ялта, Крым. - С.542-545.

**ВОЗМОЖНОСТИ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА В
ИССЛЕДОВАНИЯХ НЕРОВНОТЫ ОДНОМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПРОДУКТОВ
SINGULAR SPECTRAL ANALYSIS RESOURCES IN RESEARCHES OF UNEVENNESS
OF ONE-DIMENSIONAL FIBER PRODUCTS**

**Севостьянов Петр Алексеевич
Sevostyanov Petr A.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: petrsev46@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности сушки нетканых клеёных материалов, приведены результаты экспериментального исследования свойств материала как объекта сушки и кинетики его конвективной сушки в лабораторных условиях.

Abstract: Some features of the drying process of nonwoven laminated materials were researched, the results of experimental study of the properties of the material as an object of drying and the kinetics of its convective drying in laboratory conditions were shown.

Ключевые слова: нетканые клеёные материалы, объект сушки, кинетика сушки.

Keywords: nonwoven laminated materials, the drying object, the drying kinetics.

Сингулярный спектральный анализ (ССА; английский термин Singular Spectral Analysis - SSA), известен также как «метод гусеницы» (по-английски caterpillar) по специфическому нелинейному преобразованию исходных данных, который в нем применяется [1, 2].

ССА применяют к одномерным или многомерным временным рядам. В результате исходный временной ряд разделяется на сумму отдельных компонентов, определяющих структуру временного ряда. Эти компоненты описывают монотонные, периодические, сезонные составляющие ряда, взаимосвязь между ними и позволяют решать задачи прогнозирования. ССА относится к непараметрическим методам обработки данных, поскольку он не нуждается в заранее определенном типе модели временного ряда [3].

ССА использует известный метод статистического анализа многомерных данных - метод главных компонент. Для его применения одномерный временной ряд преобразуется в матрицу многомерных данных. Для этого применяют метод скользящей выборки, получивший название «гусеницы». Тем самым искусственно создаются многомерные данные, которые подвергают компонентному анализу. Для этого строят корреляционную матрицу. Собственные векторы этой матрицы образуют ортогональный базис, в котором и представляют данные. Проекции данных на базисные векторы описывают элементы структуры исходного ряда.

Представление исходного временного ряда в виде разложения по базисным векторам корреляционной матрицы допускает и иную интерпретацию, отличную от традиционных представлений компонентного анализа. А именно, его можно рассматривать как дискретную линейную фильтрацию данных, в результате которой выделяются отдельные составляющие ряда.

Идеи метода ССА возникли в начале 60^{-х} годов, но получили развитие с появлением доступных и мощных ЭВМ с развитыми интерактивными средствами общения между пользователем и компьютером.

Для удобства проведения такого анализа и его частичной автоматизации были разработаны компьютерные программы. Примером такой программы может служить CaterpillarSSA (version 3.30), разработанная фирмой GistaT Group.

Для проверки возможностей применения ССА к анализу неровноты продуктов прядения и других одномерных и двумерных продуктов [4, 5, 6, 7] с помощью этой программы были проанализированы пробные варианты временных рядов. Все они получены методом генерации в Matlab, затем скопированы в таблицы Excel, из которых загружены в программу CaterpillarSSA. Длина всех временных рядов была одинакова и составляла $N = 1000$ значений для $t=0, \dots, 999$. Для их получения использованы следующие математические модели

1) модель линейного тренда с аддитивным нормальным белым шумом

$$Xtrend(t) = 0.01t - 5 + \xi(t); \quad \xi(t) \sim N(m=0; s=3)$$

2) модель гармонического колебания с аддитивным нормальным белым шумом

$$X \cos(t) = \cos\left(\frac{2\pi t}{T_c}\right) + \xi(t); \quad T_c = 23$$

3) модель суммы двух гармонических колебаний с взаимно простыми периодами и аддитивным нормальным белым шумом

$$Xsincos(t) = 4 \sin\left(\frac{2\pi t}{T_s}\right) + \cos\left(\frac{2\pi t}{T_c}\right) + \xi(t); \quad T_s = 113; \quad T_c = 23$$

4) модель белого шума с локальным изменением среднего в виде прямоугольного импульса

$$XstepSr(t) = \begin{cases} 10 + \xi(t), & t = 0, \dots, 449; \quad t = 550, \dots, 999 \\ 12 + \xi(t), & t = 450, \dots, 549 \end{cases}$$

5) модель белого шума с локальным изменением среднеквадратического (стандартного) отклонения (СКО)

$$XstepSr(t) = \xi(t), \quad \text{где} \quad \begin{cases} \xi(t) \sim N(m=0; s=3); & t = 0, \dots, 449; \quad t = 550, \dots, 999 \\ \xi(t) \sim N(m=0; s=4); & t = 450, \dots, 549 \end{cases}$$

Выбор перечисленных моделей очевиден. Желательно выяснить возможности ССА для выявления монотонных, периодических и импульсных вариаций во временных рядах.

Поскольку программа CaterpillarSSA предоставляет пользователю большое число различной информации по результатам ССА в графической и/или табличной форме, то приведем лишь некоторые из них. Во всех примерах $M = 500$. Результаты применения ССА к модели 3 представлены ниже в виде графиков.

Рис.1 отображает временной ряд модели 3, у которой на фоне случайных вариаций белого шума можно увидеть особенность модели - периодические колебания. На рис.2 приведены кривые нарастания суммы собственных значений корреляционной матрицы. Эти значения упорядочены по величине от наибольшего значения к наименьшему. На рис.3 приведены три графика, изображающие фазовые портреты для пар собственных функций: $1^{-й}$ и $2^{-й}$, $2^{-й}$ и $3^{-й}$, и $3^{-й}$ и $4^{-й}$ функций. Эти фазовые портреты сильно отличаются друг от друга как в пределах одной модели, так и между моделями. Как это подтверждается и другими авторами, такой способ обработки и представления результатов ССА является наиболее чувствительным к особенностям временного ряда. Вместе с тем интерпретация получаемых фазовых портретов далеко не всегда однозначная и очевидная. Для моделей 2–5 на основе первых 4-х собственных функций получены сглаженные реализации временных рядов, из которых видно, что сохранение лишь первых главных компонентов позволяет исключить случайные вариации, связанные с белым шумом. Однако не все детерминированные особенности ряда проявляются в этих сглаженных рядах. В частности, не удастся обнаружить локальные изменения среднего уровня и дисперсии значений исходного ряда.

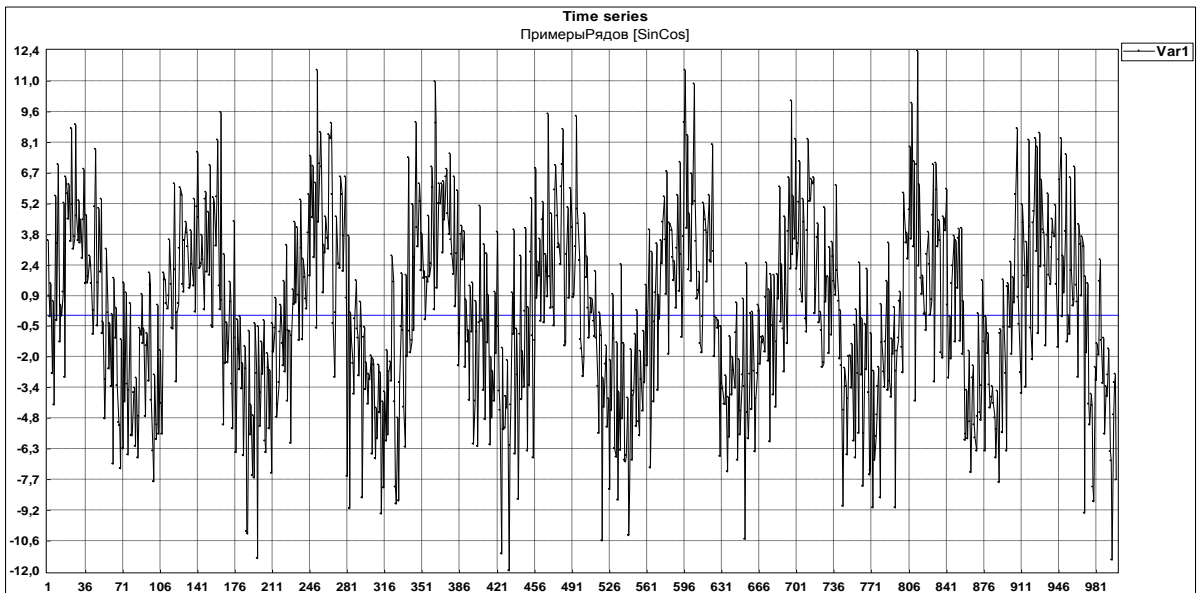


Рис.1. Реализация временного ряда, модель 3

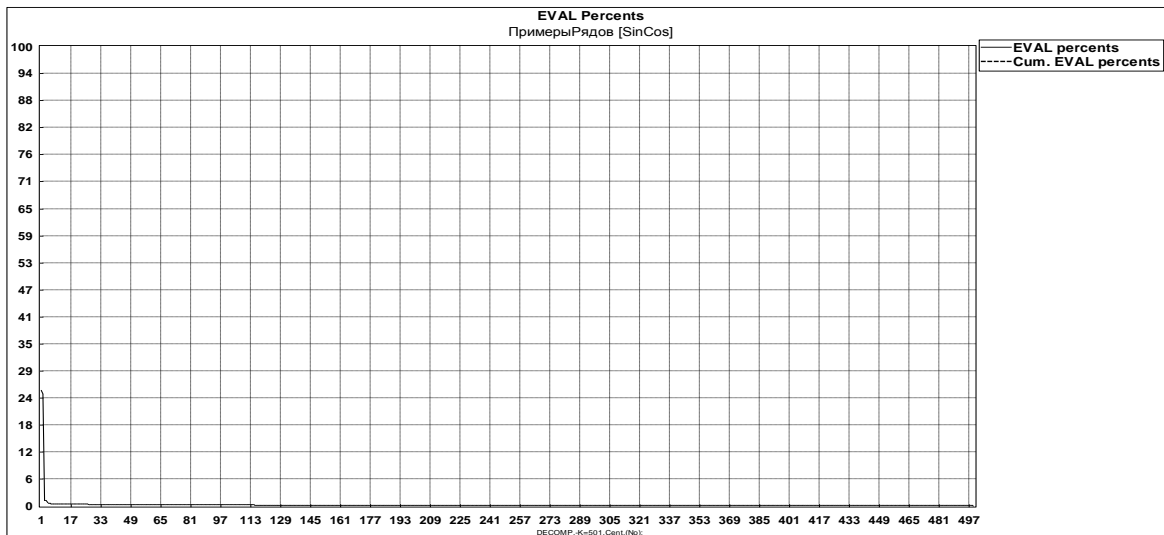


Рис.2. Накопленная сумма собственных значений корреляционной матрицы

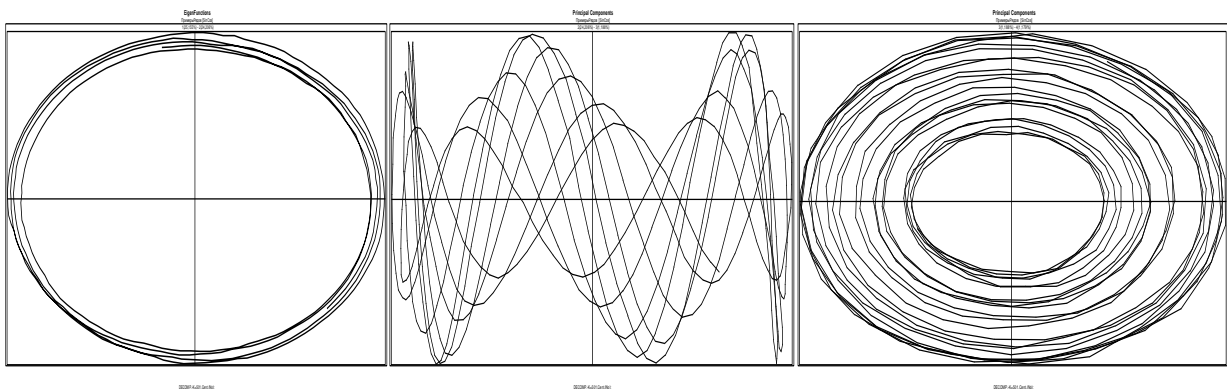


Рис.3. Фазовые портреты первых собственных функций

Список литературы

1. Александров Ф.И., Голяндина Н.Э. Автоматизация выделения трендовых и периодических составляющих временного ряда в рамках метода «Гусеница» - SSA. EXPONENTA PRO, Математика в приложениях МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ, ПРОГРАММЫ. - #3-4 (7-8) 2004. – С.54-61.
2. Голяндина Н.Э., Шлемов А.Ю. Повышение точности SSA-прогноза зашумленного сигнала за счет увеличения порядка линейной рекуррентной формулы // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'12, Москва, 30 января – 2 февраля 2012 г.
3. Севостьянов П.А., Ордов К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. – М.: «Тисо Принт», 2015. – 412 с. ISBN 978-5-9904852-3-5
4. Севостьянов П.А. Сингулярный спектральный анализ неравномерности структуры тканых полотен / П.А. Севостьянов, Е.А. Баландин, Т.С. Бутенко //Изв. вузов, Технология текстильной промышленности. – 2010. - №3 (324). – С.112-116. Библиогр.: с.116 (5 назв.) – ISSN 0021-3497
5. Севостьянов П.А. Взаимосвязь между неровнотой пряжи и неровнотой ткани. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1971. №4.
6. Севостьянов П.А. Исследование сложения волокнистых потоков методом статистического моделирования. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1979. №5.
7. Севостьянов П.А. Исследование неравномерности по линейной плотности при делении потоков волокнистого материала. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988. №2.

УДК 677.074.

НОВЫЕ ВИДЫ ОБРАЗЦОВ АНТИВАНДАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ NEW TYPES OF SAMPLES OF VANDAL-PROOF FABRICS

Филиппов Александр Дмитриевич, Шустов Юрий Степанович
Filippov Alexander Dmitrievich, Shustov Yuri Stepanovich

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow

Аннотация: Предложены новые образцы многослойных антивандалных тканей для общественного транспорта и проведены исследования разрывных характеристик и стойкость их к прорезанию.

Abstract: new samples of multilayer vandal-proof fabrics for public transport are Proposed and studies of their rupture characteristics and resistance to cutting are carried out.

Ключевые слова: многослойные антивандалные ткани, разрывные характеристики, прорезание.

Key words: multilayer vandal-proof fabrics, breaking characteristics, cutting.

На каком сиденье приятно ехать? Конечно на мягком. К сожалению, во многих вагонах электричек, автобусов сиденья жесткие и ничем не покрыты. Это в первую очередь связано с достаточно большой повреждаемостью этих тканей, как в процессе эксплуатации, так и под действием внешних воздействий, поэтому приходится создавать антивандалные ткани, которые позволили бы улучшить комфорт пассажиров.

На кафедре Материаловедения и товарной экспертизы были проведены исследования двух образцов антивандалных материалов.

Виды рассматриваемых образцов приведены в таблице 1.

Оценка качества исследуемых материалов осуществлялась по следующим показателям: поверхностная плотность, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, нагрузка при прорезании.

В табл. 2 приведены показатели поверхностной плотности и толщины рассматриваемого материала.

Таблица 1



Наименование образца	Фотография	Компоненты
Образец 1		2 слоя нетканого материала 1 слой металлического трикотажного полотна
Образец 2		2 слоя нетканого материала 1 слой нетканого арамидного полотна

Таблица 2

Наименование образца	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина образцов, мм
Образец 1	1128	3,56
Образец 2	780	4,07

Наибольшей толщиной обладает образец 2, имеющий в своем составе нетканый арамидный материал. Образцы имеют практически одинаковую неравномерность по измеряемой величине, что характеризуется коэффициентом вариации, который зависит от неравномерности нетканого материала.

Разрывная нагрузка и разрывное удлинение образцов определялось на испытательной системе Инстрон серии 4411. Рабочий размер пробы составил 100x50 мм. Скорость движения верхнего зажима составила 200 мм/мин.

Результаты испытаний приведены в табл. 3 и на рис. 1-2.

Таблица 3

Номер образца	По длине полотна		По ширине полотна		Диагональное направление	
	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм
Образец 1						
1	580,0	101,7	332,0	200,0	617,7	89,3
2	630,0	111,1	350,0	186,0	690,0	89,0
3	618,0	107,3	347,0	190,0	620,7	88,0
4	600,0	105,0	330,0	197,3	616,0	93,1
5	618,3	104,0	345,0	198,0	640,0	90,5
Среднее	609,3	105,8	340,8	194,3	636,9	90,0
Среднее квадратическое отклонение	19,6	3,6	9,1	6,0	31,2	2,0
Коэффициент вариации	3,2	3,4	2,7	3,1	4,9	2,2
Абсолютная ошибка выборки	17,1	3,1	8,0	5,2	27,4	1,7
Относительная ошибка выборки	2,8	3,0	2,4	2,7	4,3	1,9
Образец 2						
1	468,6	61,5	242,8	75,3	243,0	65,6
2	503,0	65,6	250,0	73,3	260,0	60,3
3	510,0	67,9	258,0	70,8	270,9	62,9
4	517,0	59,9	240,6	78,4	258,0	64,4
5	498,0	63,3	253,0	80,8	262,0	67,1
Среднее	499,3	63,6	248,9	75,7	258,8	64,1
Среднее квадратическое отклонение	18,6	3,2	7,2	4,0	10,1	2,6
Коэффициент вариации	3,7	5,0	2,9	5,3	3,9	4,1
Абсолютная ошибка выборки	16,3	2,8	6,3	3,5	8,9	2,3
Относительная ошибка выборки	3,3	4,4	2,5	4,6	3,4	3,6

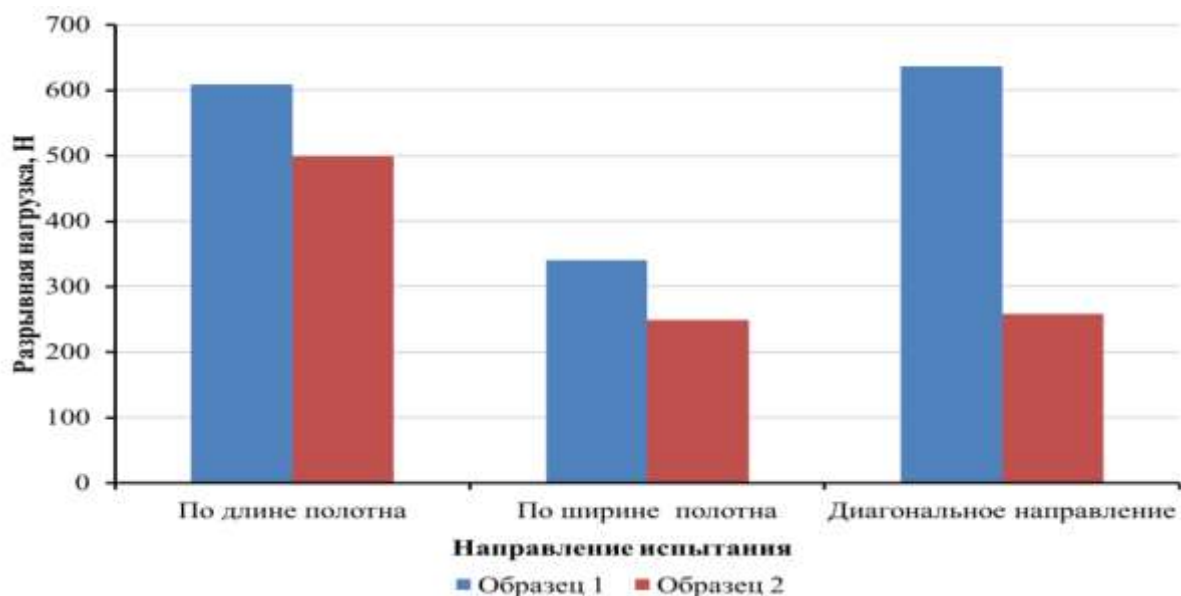


Рисунок 1 – Сравнение разрывной нагрузки образцов в различных направлениях

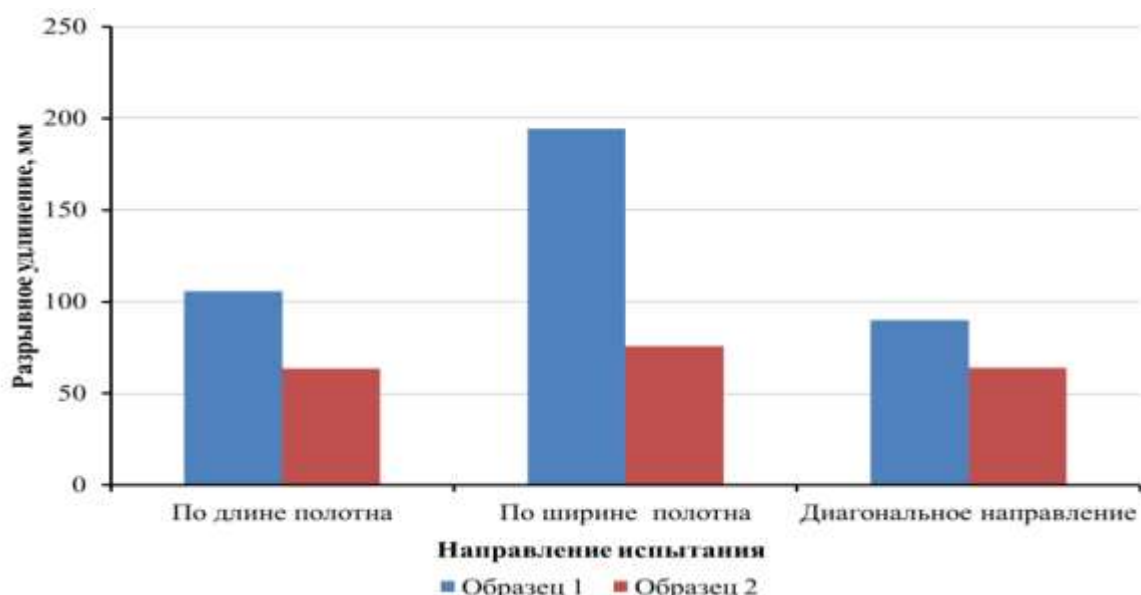





Рисунок 2 – Сравнение разрывного удлинения образцов в различных направлениях

На разрывную нагрузку при растяжении образцов оказывает влияние наличие металлической сетки, которая придает материалу дополнительную прочность. Благодаря ей полотно становится более растяжимым.

Для определения нагрузки при прорезании антивандальных тканей при горизонтальном расположении образцов были использованы однозаточенный нож и весы, позволяющие проводить измерения приложенного усилия. Испытания проводились по длине, ширине и диагонали полотна. По длине максимальная нагрузка при прорезании образца 2 составила 107,8 Н, по ширине – 176,4 Н, а по диагонали 147,0 Н. Это связано с расположением волокон при образовании полотна.

Фотографии характера разрушения при прорезании приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование образца	Фотография
Образец 1	
Образец 2 по ширине	
Образец 2 по диагонали	

Прорезание образца 1 не произошло, так как наличие металлической сетки препятствует проникновению лезвия ножа сквозь материал.

ВЫВОДЫ

Наличие металлической сетки значительно улучшает прочностные характеристики образцов тканей, тем самым повышая антивандальные свойства текстильных обивочных материалов.

Список литературы

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение.- М.: КолосС, 2011.
2. Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017.

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И
ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РЫХЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**
**MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN RESEARCH AND OPTIMIZATION OF
PROCESSES OF LOOSENING AND CLEANING OF ECOLOGICAL TEXTILE
MATERIALS**

**Севостьянов Петр Алексеевич, Самойлова Татьяна Алексеевна
Монахов Владимир Иванович, Тихомирова Мария Львовна,
Забродин Денис Андреевич**
**Sevostyanov Petr A., Samoilova Tatiana A., Monakhov Vladimir I.,
Tikhomirova Maria L., Zabrodin Denis A.**

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: petrsev46@yandex.ru)

Аннотация: Разработаны методика моделирования, алгоритм и программная реализация в среде Matlab статистического моделирования, имитирующего процесс деления клочков волокнистого материала. Если законы распределения отличаются от нормального, что типично для реальных распределений клочков и других разделяемых материалов, то законы распределения получаемых клочков могут сильно варьировать по форме.

Abstract: There were designed the method of modeling, algorithm and statistical modeling software implementation in Matlab for simulation the process of dividing tufts of fibers. If the tuft distribution differ from the normal, that is typical for real distributions of tufts and other breaking portions of materials, distribution of the resulting tufts can vary greatly in form.

Ключевые слова: клочки, деление, распределение, имитационное моделирование.

Keywords: tufts, breaking, distribution, simulation.

Деление материальных потоков и элементов, образующих поток, происходит во многих технологических процессах самых различных отраслей. В некоторых случаях деление является одной из основных задач процесса, в других оно сопутствует выполнению задачи процесса [1]. Процессы деления клочков волокон всегда сопровождаются разрыхлением и выделением сорных примесей. Для выработки качественной пряжи необходимо сначала отобрать из кип клочки волокнистого материала, измельчить и уменьшить их плотность, отделить сорные примеси. Все эти процессы сопровождаются делением исходных клочков на более мелкие клочки вплоть до отдельных волокон.

Практически всегда материальные потоки описываются числовыми показателями, которые имеют вероятностную природу. Деление потока приводит к изменению вероятностных параметров этих показателей. Знание этих изменений позволяет оптимизировать режим технологического процесса. Однако, если изменение простейших числовых параметров, например, математических ожиданий или дисперсий, оценивается более или менее просто, то изменения законов распределения оценить аналитически в большинстве случаев сложно или невозможно. Поэтому единственным способом получения таких оценок является использование современных информационных технологий, в частности, статистического моделирования процесса деления [2]. В базовой работе А.Н. Колмогорова [3] по дроблению частиц рассматривается асимптотика идеализированного многократного процесса деления. Эта схема далеко не всегда адекватна реальным процессам деления. Ниже рассматриваются некоторые актуальные постановки и решения данной задачи [4, 5, 6, 7].

Рассмотрим порцию материального потока, которая описывается величиной g . Для определенности, будем считать, что g – масса клочка в потоке волокнистого материала. Клочок подвергается многократному делению в процессах рыхления очистки. Однако, в каждом отдельном акте деления клочок разделяется на две части с массами $g_1 = pg$ и $g_2 = (1 - p)g$. Доля p массы исходного клочка в одной из его образовавшихся при делении частей, очевидно, лежит в пределах от нуля до единицы и, как правило, является случайной, как и масса исходного клочка g . Если g и p независимы, то математические ожидания равны

$$Mg_1 = MpMg; \quad Mg_2 = (1 - Mp)Mg$$

Для других числовых параметров случайных величин, как и для случая зависимых g и p расчетные формулы зависят от их законов распределения. Поэтому имеет смысл сразу выполнить статистическое моделирование этих случайных величин и процесса деления.

В таблице приведены варианты условий моделирования деления клочка на две части, причем для g и p выбраны достаточно сильно отличающиеся виды распределений $Distr_g$ и $Distr_p$: нормальное N , равномерное Un и экспоненциальное Ex . Параметры нормального и равномерного распределения для g и p подобраны так, чтобы они имели одинаковые средние и коэффициенты вариации. Тем самым в эксперименте в большей степени проявится влияние формы распределения. В каждом варианте имитировалось деление $n = 10^5$ клочков, что более чем достаточно для получения статистически надежных оценок распределений g_1 и g_2 и их параметров.

Таблица 1. План статистического эксперимента 1

Вар.	$Distr_g$	Параметры $Distr_g$	$Distr_p$	Параметры $Distr_p$
1	$N(gSr, CVg)$	$gSr = 1; CVg = 0,1$	$Un(a; b)$	$a = 0; b = 1$
2	$N(gSr, CVg)$	$gSr = 1; CVg = 0,1$	$N(pSr, CVp)$	$pSr = 0,5; CVp = 0,1$
3	$Un(Ag, Bg)$	$Ag = 0,83; Bg = 1,17$	$Un(a; b)$	$a = 0; b = 1$
4	$Un(Ag, Bg)$	$Ag = 0,83; Bg = 1,17$	$N(pSr, CVp)$	$pSr = 0,5; CVg = 0,1$
5	$Ex(gSr)$	$gSr = 1 \quad (CVg = 1)$	$Un(a; b)$	$a = 0; b = 1$
6	$Ex(gSr)$	$gSr = 1 \quad (CVg = 1)$	$N(pSr, CVp)$	$pSr = 0,5; CVg = 0,58$

На рис.1 приведены гистограммы распределений g_1 для шести рассмотренных вариантов. Гистограммы для g_2 практически такие же. Из приведенных оценок распределений видно, что при делении форма распределения меняется весьма существенно. Равномерный закон распределения долей, на которые разделяется клочок, в сочетании с нормальным распределением массы клочка приводит к трапецеидальному распределению массы клочков после деления. Только если обе величины g и p распределены по нормальному закону, такое же распределение и у массы клочков после деления (естественно, с другими параметрами).

При экспоненциальном распределении массы исходных клочков распределение массы клочков после деления также является экспоненциальным независимо от распределения доли p . Известно, что если распределения существенно отличаются от нормального, то в качестве параметров, описывающих среднее значение и рассеяние случайной величины, предпочтительней использовать т.н. робастные показатели, не зависящие от формы распределения. Так, вместо математического ожидания следует использовать медиану, а вместо среднеквадратического отклонения – интердецильный размах. Установленные существенные изменения распределения массы клочков после деления доказывают необходимость применения таких робастных показателей и требуют большой осторожности при построении выводов на основе традиционных показателей нормальной теории.

Вторая группа статистических экспериментов, связанных с имитацией процесса деления, была проведена для анализа зависимостей распределений от числа долей m , на которые разделяются элементы материального потока

$$g(i) = p(i)g, \quad p(1) + \dots + p(m) = 1, \quad p(i) \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

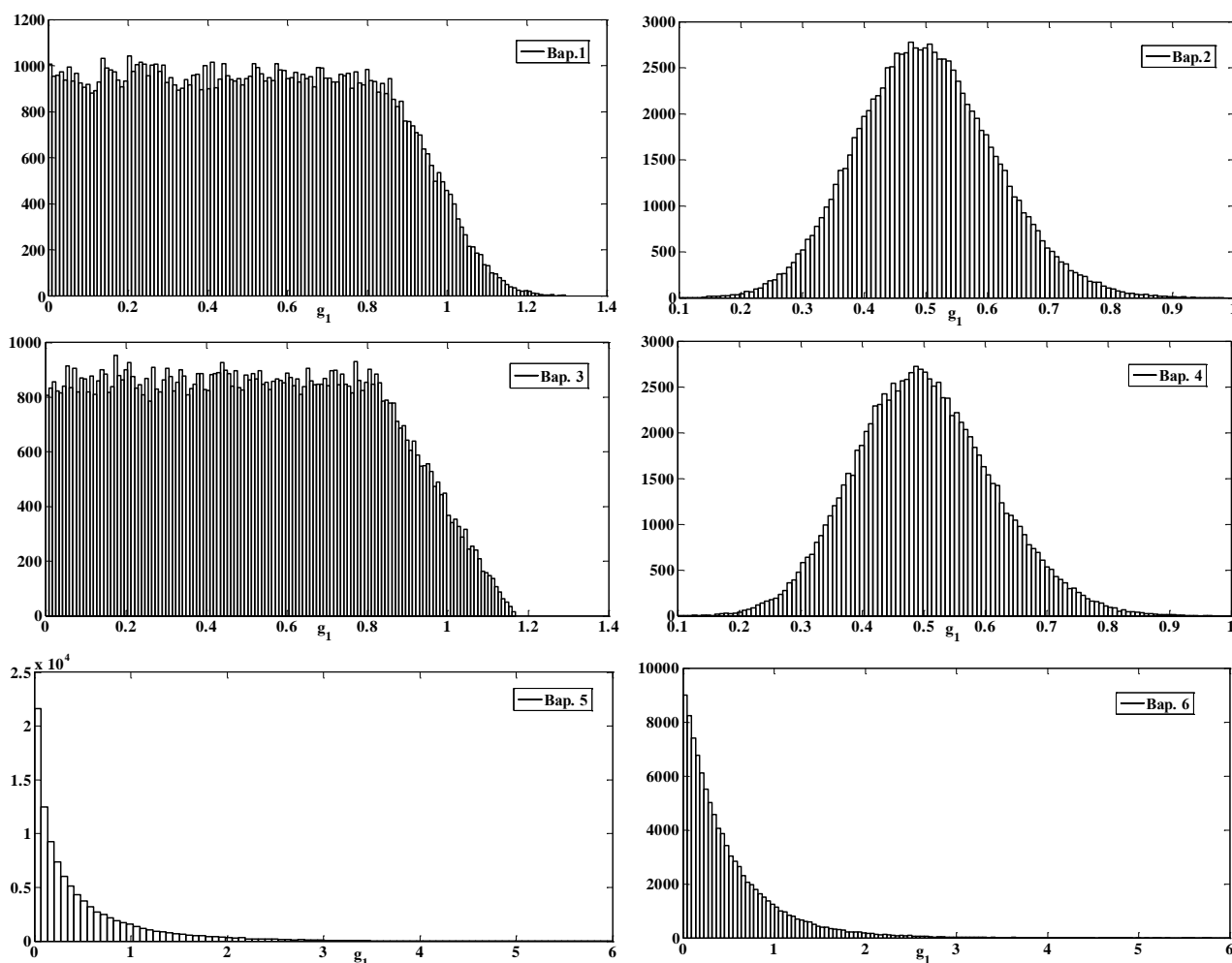


Рис.1. Модели конечных распределений g_1 для масс клочков

Для проведения такого эксперимента необходимо моделировать значения $p(i)$, отвечающие условиям (1). Каждый конкретный набор этих значений задает координаты точки на правильном $m-1$ – мерном симплексе. Алгоритм моделирования координат точек, равномерно распределенных по площади симплекса, описан в [8]. В качестве альтернативы было использовано нормальное распределение координат с параметрами $pSr = 1 / m$ и $CVp = 0,25$.

На рис.2 приведены диаграммы рассеяния 1000 смоделированных точек при $m = 3$ для обоих вариантов. Видно, что при нормальном распределении ненормированных значений долей, на которые разделяются клочки, нормированные значения долей локализованы вокруг своих средних значений. Отметим, что, несмотря на операцию нормирования долей, распределение каждой из долей практически сохраняет форму нормального распределения. План второго эксперимента приведен в таблице 2. В каждом из вариантов число долей, на которые разделялся клочок, было равно $m = 3, 5, 10$ и 20 .

Таблица 2. План статистического эксперимента 2

Вар.	$Distr_g$	Параметры $Distr_g$	$Distr_p$
1	$N(gSr, CVg)$	$gSr = 1; CVg = 0,1$	Un
2	$N(gSr, CVg)$	$gSr = 1; CVg = 0,1$	N
3	$Un(Ag, Bg)$	$Ag = 0,83; Bg = 1,17$	Un
4	$Un(Ag, Bg)$	$Ag = 0,83; Bg = 1,17$	N

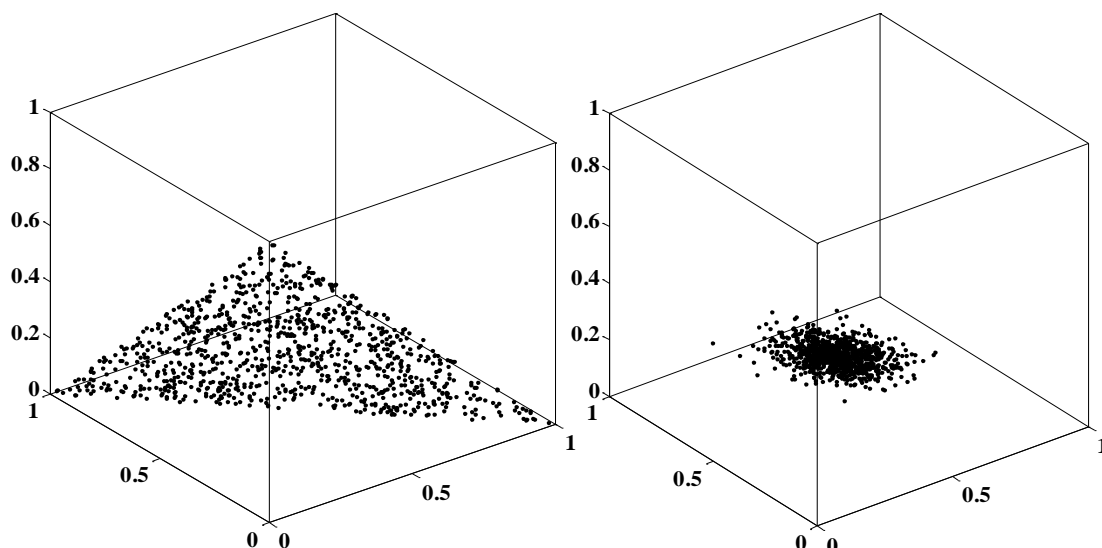


Рис.2 Диаграммы рассеяния долей при равномерном и нормальном распределениях

На рис.3 показано, как меняются гистограммы распределений массы клочков в зависимости от числа долей, на которые они разделяются. Гистограммы приведены только для вариантов 1 и 2, поскольку вариант 3 практически совпадает с вариантом 1, а вариант 4 совпадает с вариантом 2.

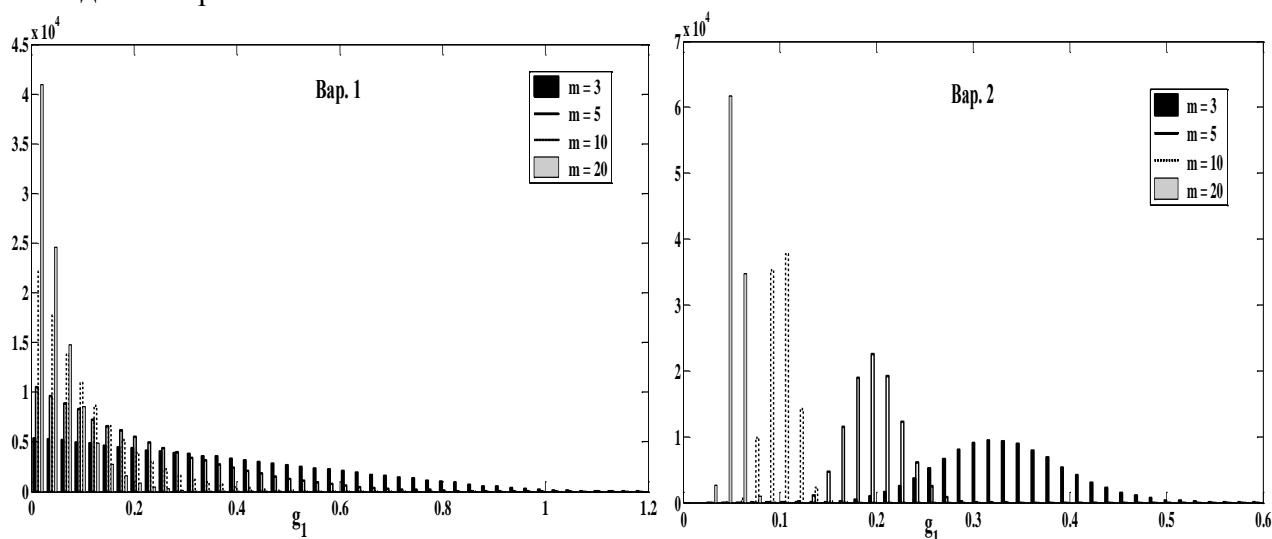


Рис.3. Гистограммы масс клочков после деления для 1-го и 2-го вариантов эксперимента в зависимости от числа делений m

Список литературы

1. Будников В.И. Процесс деления в механическом прядении. М. Легкая индустрия. 1965. – 274 с.
2. Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов прядения. – М.: Информ-Знание, 2006. – 445 с. ISBN 5-8032-00-98-0
3. Колмогоров А.Н. О логарифмически нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении. – Докл. АН СССР, 1941, т.31, №2, С.99 – 101.
4. Севостьянов П.А. Рассортировка клочков волокнистого материала и ее влияние на эффективность смешивания в смесовых машинах. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1, 1985. - С.33-37.

5. Севостьянов П.А. Исследование неравномерности по линейной плотности при делении потоков волокнистого материала. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. №2, 1988. – С.36-40.

6. Севостьянов П.А., Минаева Н.В. Компьютерное моделирование разрыхления и очистки клочков волокон. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 4, 1995. – С. 38 – 41.

7. Севостьянов П.А., Ордов К.В., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Компьютерная модель изменения характеристик волокнистого материала в технологическом процессе. Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. №1 (361). С.170-174.

8. Шаракшанэ А.С., Железнов И.Г., Ивницкий В.А. Сложные системы. / Уч. Пособие для вузов. – Высшая Школа, 1977. – 247 с. илл.

УДК 677.024:519.876.5

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДЕФОРМАЦИЙ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН FEM-MODELING OF FABRIC DEFORMATION DYNAMICS

**Севостьянов Петр Алексеевич, Самойлова Татьяна Алексеевна,
Тихомирова Мария Львовна
Petr A. Sevostyanov, Tatyana A. Samoilova,
Maria L. Tikhomirova**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: petrsev46@yandex.ru, tasamo89@yandex.ru, vdmonahov@yandex.ru,
mary.tikhomirova@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности деформации образца тканого полотна под действием удлиняющих деформаций, приведены результаты компьютерного моделирования с применением метода конечных элементов (МКЭ).

Abstract: Some features of the woven fabric sample deformation under the action of elongating deformations are considered, the results of computer simulation using the finite element method (FEM) are presented.

Ключевые слова: тканое полотно, деформация текстильной ткани, метод конечных элементов.

Keywords: woven fabric, deformation of textile fabric, finite – elements method.

Механические свойства текстильных тканых полотен зависят от двух групп факторов. Первая группа - это механические характеристики и свойства нитей основы и утка, из которых сформировано полотно. Вторая группа факторов определяет особенности переплетения нитей, которые зависят от геометрии раппорта и фазы строения. Как известно, фаза строения определяется по величине изгиба нитей основы и утка в областях их перекрытия и их окрестностях [1, 2, 3]. Текстильные полотна, выработанные из пряжи или/и нитей, являются уникальными искусственными материалами, созданными человеком и не имеющими аналогов в природе. Изделия из полотен представляют собой плоские или искривленные поверхности, площадь которых обычно составляет десятки квадратных дециметров или метров. Размеры раппорта переплетения двух систем нитей: основы и утка, - ничтожно малы по сравнению с этими площадями. Однако при этом все основные свойства полотен определяются именно особенностями переплетения.

Взаимодействие нитей и волокнистых продуктов (например, пряжи) подчиняется законам классической механики. При этом специфика структуры и взаимодействия этих механических конструкций в ткани требует адаптации общих законов классической механики к этим объектам, чтобы получить возможность решать необходимые прикладные задачи. Огромное количество точек взаимодействия, распределённых по поверхности полотна, и безусловное наличие статистического разброса значений переменных и параметров, хотя бы в малых пределах, между точками взаимодействия, означает, что наиболее естественным было бы включить в список используемых методов классическую статистическую механику. Взаимодействие элементов волокон и нитей в ткани происходит в результате их точечных или поверхностных контактов. Оно приводит либо к деформациям самих элементов, либо к их смещениям. Для прогнозирования механических свойств полотна на основе свойств нитей и переплетений разработано большое число различных геометрических, математических и компьютерных моделей. Некоторые из них рассмотрены, например, в [3, 4, 5]. Однако, проблема моделирования продолжает оставаться актуальной и привлекать внимание многих исследователей. Здесь приводится двумерная модель тканого полотна в пределах линейно упругой составляющей деформации. Она основана на методе конечных элементов и позволяет учесть структурные особенности ткани.

Рассмотрим прямоугольный образец тканого полотна. Его проекция на плоскость, параллельную плоскости образца, состоит из участков трех типов. Первый тип - это "поры" - участки полотна, не заполненные нитями. После формирования ткани и ее последующей обработки нити частично расплющиваются в плоскости полотна и могут полностью или частично закрыть эти участки. В некоторых видах полотен, например, марли или сети, поры создают специально. Важно, чтобы размеры этих пор не слишком сильно отличались от проектных значений [6, 7].

Второй тип участков - это перекрытия основы и утка. На эти участки попадают проекции, как минимум, одной нити основы и одной - утка. В многослойных тканях на эти участки могут проектироваться и больше двух нитей. Перекрытия и тесный контакт между нитями, усиленный трением и сцеплением между нитями и волокнами внутри нитей на этих участках, являются главными факторами, от которых зависят механические свойства и целостность данного участка полотна.

Третий тип участков - это проекции участков нитей одной из систем: основы или утка, - между участками перекрытий. В однослойных полотнах эти участки образуются проекциями одной из нитей. В многослойных тканях на эти участки могут попадать участки нескольких нитей, которые, однако, в отличие от участков второго типа, непосредственно не контактируют, лишь их проекции попадают на одни и тот же участок плоскости. На таких участках механические свойства полотен определяются свойствами только этих нитей.

Модель удлинения образца основана на замене ткани сплошной деформируемой средой в двумерном пространстве. При быстром монотонном удлинении образца эффектами релаксации и пластической составляющей деформации можно пренебречь. В линейной упругой модели материал описывается двумя параметрами: модулем упругости E и коэффициентом Пуассона ν . Чтобы учесть особенности периодической структуры ткани, обусловленные раппортом переплетения и параллельными нитями основы и утка, значения E и ν будем описывать периодическими функциями координат. В качестве простейшего примера таких функций выберем следующие зависимости, приближенно отвечающие однослойной ткани полотняного переплетения

$$E(x, y) = 2e9(1 + 0.6\sin(2\pi x/0.0005)\cos(2\pi y/0.0005)), Pa$$

$$\nu(x, y) = 0.2((1 + 0.6\sin(2\pi x/0.0005)\cos(2\pi y/0.0005)))$$

Значения E и ν меняются синхронно по обеим осям с периодом $T = 0.0005$ м. При удлинении образца на 10% (0.02 м) в образце возникают механические напряжения и пропорциональные им деформации в плоскости образца. Используем для моделирования этих напряжений и деформаций метод конечных элементов, построив в пределах геометрической модели образца сетку конечных элементов прямоугольной формы. Число элементов 5000, число степеней свободы 40602, моделирование выполнено в системе Comsol 4.

В качестве интегрального показателя напряженного состояния деформируемой сплошной среды, использованной в качестве модели образца, принято использовать т.н. эквивалентное «напряжение по фон Мизесу». Распределение этого напряжения по плоскости удлиненного образца показано цветной контурной диаграммой на рис. 1.

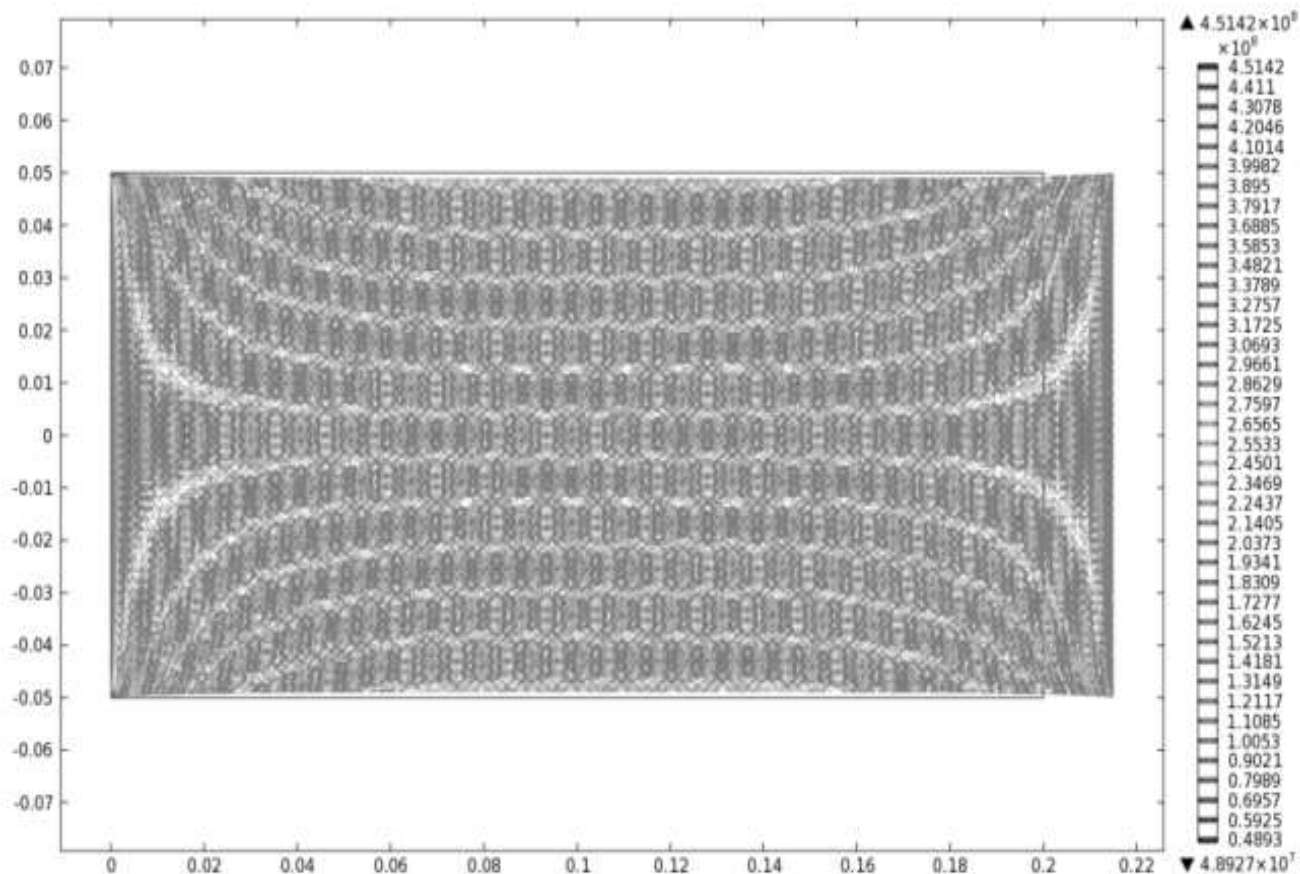


Рис.1. Контурные равных механических напряжений по фон Мизесу

Видно, что наиболее напряженными и деформированными являются участки по углам образца. Периодически меняющиеся механические характеристики полотна приводят к волнам в распределении напряжений. Это отчетливо видно на рис.2, на котором представлены напряжения по фон Мизесу и относительные продольные и поперечные удлинения (первая и третья главные компоненты тензора деформаций) по линиям, направленным вдоль середины образца и одного из его краев.

Большой размах колебаний напряжений и деформаций свидетельствуют о том, что при проектировании и прогнозировании механических свойств тканых полотен нельзя исходить из усредненных значений. Необходимо учитывать изменения механических свойств нитей после заработки их в полотно и особенности их взаимодействия на участках перекрытия и в промежутках.

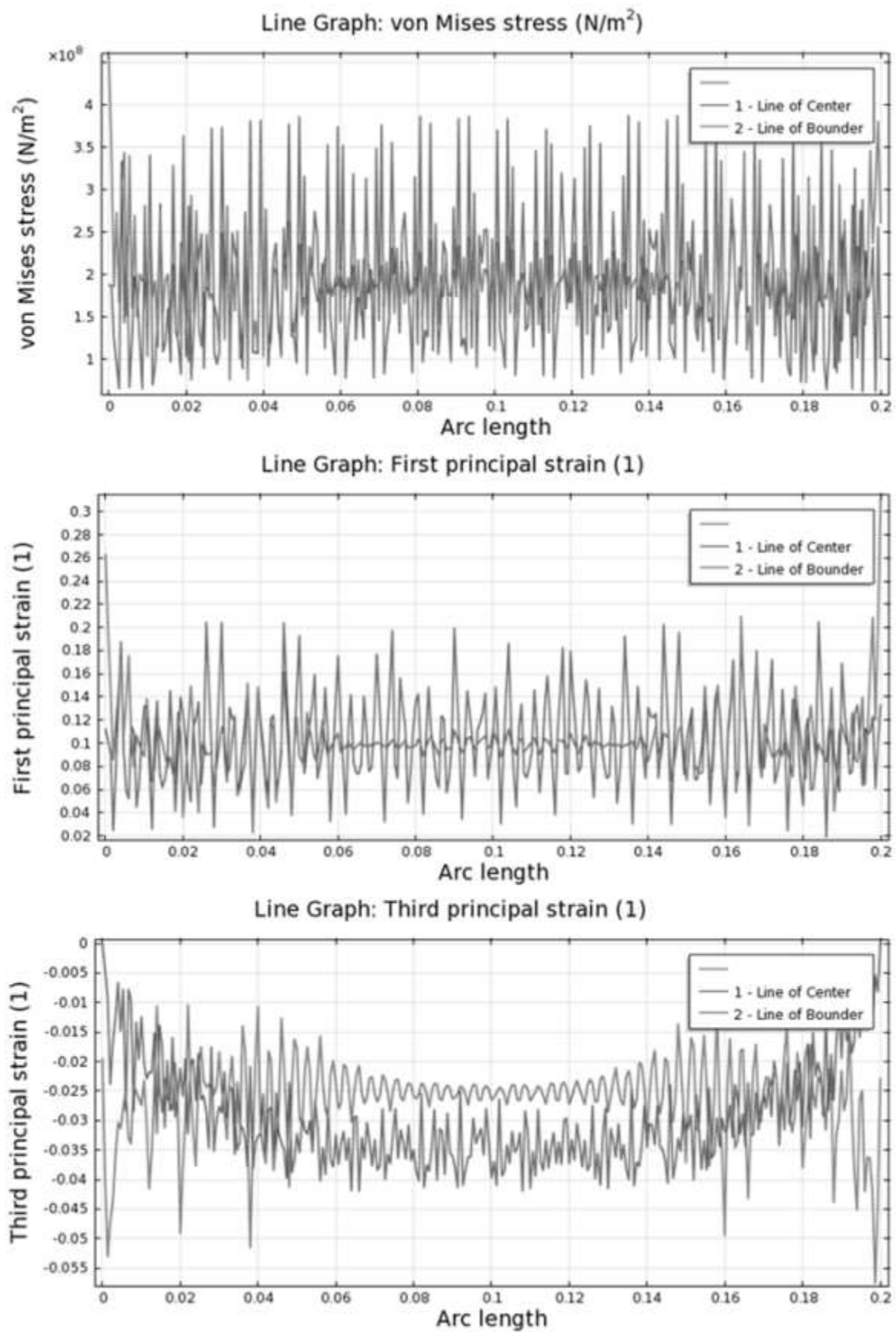


Рис.2. Напряжения и относительные продольные и поперечные деформации по длине образца в его середине и по краю

Список литературы

1. *Гордеев, В.А.* Ткацкие переплетения и анализ ткани [Текст]. – М.: Ростехиздат, 1962. – 10 с.
2. *Ломов, С.В.* Прогнозирование строения и механических свойств тканей технического назначения методами математического моделирования. - Диссертация ... доктора технических наук: 05.19.01 / Ломов Степан Владимирович; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т технологии и дизайна] – СПб.: 1995. – 486 с.
3. *Примаченко, Б.М.* Разработка методов прогнозирования структуры и эксплуатационных свойств тканей бытового и технического назначения на основе технологических параметров их производства: диссертация ... доктора технических наук: 05.19.02 / Примаченко Борис Макарович; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т технологии и дизайна] – СПб.: 2009. – 406 с.
4. *Севостьянов, П.А.* Компьютерные модели в механике волокнистых материалов: монография. – М.: «Тисо Принт», 2013. – 254 с. – ISBN 978-5-9904852-1-1
5. *Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В.* Моделирование неравно мерности распределения деформации основных нитей в тканых полотнах методом конечных элементов. // Химические волокна – 2018. - № 5. – с. 93-97.
6. *Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В.* Распределение деформаций по основе и влияние уточных нитей на деформацию при моделировании удлинения основной нити в ткани. Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2018. - № 3 (375). – с.163 - 165.
7. *Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В.* Простая конечноэлементная модель удлинения образца тканого полотна. Технологии и материалы. Витебский государственный технический университет, г. Витебск, Респ. Беларусь, 2018 г. № 1, с.33-36.

УДК 677.03:519.876.5

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ РАВНОВЕСНОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ THEORETICAL BASICS OF FIBER MATERIALS AND FABRICS EQUILIBRIUM

**Севостьянов Петр Алексеевич
Sevostyanov Petr A.**

** Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: petrsev46@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности применения флуктуационно – диссипационной теоремы (ФДТ) к волокнистым материалам

Abstract: Some application features of the fluctuation – dissipative theorem (FDT) to textile materials are considered

Ключевые слова: волокнистые материалы, релаксация, флуктуационно – диссипационная теорема.

Keywords: textile materials, relaxation, fluctuation – dissipative theorem

Флуктуационно – диссипационная теорема (ФДТ) была сформулирована и доказана для широкого класса квантовых и классических систем в течение 30-х–60-х годов 20 века [1, 2, 3, 4]. В теореме рассматриваются механические системы, не содержащие в явном виде диссипативные элементы, ответственные за необратимое рассеяние механической энергии и преобразование этой энергии в тепловую форму. Однако в этих системах существуют

силовые воздействия между элементами, имеющие вероятностную природу, т.е. случайные по величине и направлению действия. Очевидно, что фазовые траектории таких систем описываются случайными функциями. Поскольку динамика этого класса систем описывается дифференциальными уравнениями со случайными параметрами и функциями, то их вероятностные характеристики могут быть оценены с применением уравнений Колмогорова – Фоккера – Планка или другими методами анализа случайных процессов и систем хаотической динамики [4, 5, 6].

Как известно, макроскопические механические формы движения при отсутствии таких источников и причин диссипации энергии, как вязкое или сухое трение, являются обратимыми, что и обеспечивает выполнение закона сохранения механической энергии для замкнутых систем.

Эффект вязкого трения обусловлен силами межмолекулярного взаимодействия. Эти силы электромагнитной природы содержат составляющие, которые зависят от нечетных или высоких (выше второй) четных степеней расстояний между взаимодействующими центрами в условия коллективного взаимодействия многих частиц - элементов систем. Эти степени и проявляются в виде сил вязкого трения между элементами системы и приводят к необратимости движения механических систем с вязким трением.

Эффект сухого трения связан с микронеровностями поверхностей взаимодействующих элементов системы, касающихся друг друга этими поверхностями. При относительном смещении поверхностей происходят соударения их неровностей, приводящие к их частичному или полному разрушению или отклонениям от направления смещения [5, 6]. Эти последствия взаимодействия необратимы, что и приводит к необратимости макроскопического движения механических систем с сухим трением между их элементами. В работе [7, 8] нами доказано, что если в системе с сухим трением присутствуют случайные флуктуации параметров сухого трения между элементами, то интегральный эффект такого сухого трения превращается в закономерности, действующие при вязком трении, т.е. возникает гладкая пропорциональная зависимость между скоростью взаимного перемещения трущихся поверхностей и силой трения.

ФДТ рассматривает системы, в которых отсутствуют все виды трения, но есть силовые воздействия на элементы вероятностной природы. ФДТ доказывает, что эти случайные по величине и направлению воздействия приводят к необратимости движения механической системы. При этом механическая энергия равномерно перераспределяется между элементами системы, что понижает их общую подвижность, т.е. кинетическую составляющую механической энергии, а потенциальная составляющая выравнивается по объему, что означает переход системы к равновесному состоянию. Из теоремы следует, что интегральное действие случайных флуктуаций равноценно необратимому эффекту диссипации механической энергии системы.

Простой иллюстрацией теоремы является механическая модель поршня в замкнутом цилиндре. С одной стороны поршня расположена пружина, которая действует на него с упругой силой растяжения – сжатия. С другой стороны с поршнем соударяются молекулы идеального газа, который находится в изотермическом состоянии со стенками цилиндра. Столкновениями между молекулами газа пренебрегают. Хаотически перемещаясь, молекулы сталкиваются с поршнем, обмениваются с ним своими импульсами и тем самым влияют на его движение. Если бы движение молекул не было хаотичным, их соударения с поршнем носило бы закономерный характер. Поршень совершал бы вынужденные колебания в соответствии с уравнением динамики второго закона Ньютона с двумя действующими силами: упругой силы пружины и действием сжимаемого и расширяемого газа. Эти колебания были бы незатухающими, что говорило бы об отсутствии диссипации энергии и об обратимости механической системы. Хаотичность соударения молекул с поршнем меняет результат решения уравнения: оно приобретает вид затухающих колебаний. Кинетическая энергия системы перераспределяется между ее элементами. Возникает эффект необратимости движения.

По нашему мнению, именно этот эффект, подтвержденный ФДТ, является причиной быстрого прекращения взаимных перемещений отдельных волокон и нитей в пряже и нетканых материалах, а пряжи – в тканых и вязаных полотнах, и релаксации механических напряжений. Этот эффект, наряду с действием сил сухого трения, и обуславливает возникновение равновесности этих волокнистых материалов, которое невозможно иначе объяснить как чисто механическое макроскопическое явление. «Работа» ФДТ объясняет и неоднозначность конечных состояний волокнистого материала после снятия напряжений, внешних воздействий и релаксации. Она же является ответственной и за диссипацию энергии в волокнистых материалах, которая передается им в ходе технологических процессов.

Для оценки роли ФДТ в механике волокнистых материалов одним из наиболее перспективных направлений является применение методов компьютерного моделирования на основе статистической имитации динамических процессов, происходящих как с отдельными волокнами и нитями, так и с их ансамблями, насчитывающими миллионы волокон, что и является предметом исследований [7, 8, 9, 10].

Список литературы

1. *Herbert B. Callen and Theodore A. Welton. Irreversibility and Generalized Noise, Phys. Rev. 83, 34 (1951) DOI: 10.1103 / PhysRev. 83.34*
2. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч.1. — Изд. 5-е.— М.: Физматлит, 2001.— 616 с.— («Теоретическая физика», том V).— ISBN 5-9221-0054-8.*
3. *Селезнев В.Д., Жерноклеев Г.А., Мартюшев Л.М. Флуктуационная теорема и термодинамическая энтропия. Письма в ЖЭТФ, т.102, вып.8, 2014, с.626-629.*
4. *Татарский В.И. Пример описания диссипативных процессов на основе обратимых динамических уравнений и некоторые замечания относительно флуктуационно-диссипационной теоремы. УФН 151. С.273–307. (1987)*
5. *Крагельский И.В. Физические свойства лубяного сырья. 2-е изд. М: Гизлегпром, 1939, 427 с.*
6. *Крагельский И.В. Трение и износ. — М.: Машиностроение. –1968*
7. *Севостьянов П.А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов. Монография. - М.: Тисо Принт. - 2013. - 254 с. ISBN 978-5-9904852-1-1*
8. *Севостьянов П.А. Статистическая имитация истирания тканей методами компьютерного моделирования. / П.А. Севостьянов, В.Ю. Никитюк, Д.А. Забродин, В.И. Лебедева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. - №2 (331). – С.93-96. Библиогр.: с.96 (1 назв.) – ISSN 0021-3497*
9. *Севостьянов П.А. Статистическая имитация растяжения и разрыва пряжи. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №3, 1981. С.9 – 14. – ISSN 0021-3497*
10. *Севостьянов П.А. Влияние числа обвивочных волокон на прочностные свойства пряжи пневмомеханического способа прядения. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 5, 1983.*

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШВЕЙНЫХ НИТОК И НИТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ MANUFACTURE OF SEWING AND THREADS

Бондарчук Марина Михайловна, Грязнова Елена Валентиновна
Bondarchuk Marina Mihajlovna, Gryaznova Elena Valentinovna

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(ti@rguk.ru)

Аннотация: Швейные нитки являются основным материалом для скрепления деталей одежды из тканей, трикотажных и нетканых полотен, меха, кожи. При работе нитка подвергается многократным растяжениям и изгибам, трению и истиранию. Эти воздействия частично нарушают целостность нитки и снижают ее прочность. Особенности технологии пошива и условия эксплуатации готовых изделий диктуют определённые требования к качеству, выбираемых для шитья швейных ниток. Особо строгие требования предъявляются к их прочности, которая зависит от качества исходной пряжи, волокнистого состава ниток, их дополнительной отделки.

Abstract: Sewing threads are the main material for fastening clothing items from fabrics, knitted and non-woven fabrics, fur, leather. During operation, the thread is subjected to repeated stretching and bending, friction and abrasion. These effects partially violate the integrity of the thread and reduce its strength. Features of the sewing technology and operating conditions of finished products dictate certain quality requirements for sewing thread sewing. Particularly stringent requirements are imposed on their strength, which depends on the quality of the initial yarn, the fibrous composition of the threads, their additional finish.

Ключевые слова: крутка, материаловедение, нити, нить, пряжа, текстиль, толщина, швейные нитки.

Keywords: twist, material science, threads, thread, yarn, textile, thickness, sewing threads

Швейные нитки служат для соединения деталей одежды, обуви и других изделий. Швейные нитки различают по сырьевому составу, структуре, способу производства. По сырьевому составу различают нитки натуральные, химические и комбинированные. Одежная швейная нитка – это нить, обладающая свойствами, которые позволяют использовать её в швейной машине для соединения деталей одежды [1, 2].

Натуральные нитки могут быть получены из хлопчатобумажной и льняной пряжи и нитей натурального шелка.

Химические нитки вырабатывают из химических волокон, комплексных нитей и монопнитей, чаще всего применяются вискозные, полинозные, полиамидные, полиэфирные, полипропиленовые швейные нитки [1, 3].

По способу получения различают швейные нитки крученые, текстурированные, клееные, армированные и монопнити.

Комбинированные нитки получают сочетанием компонентов химических и натуральных, к данному виду можно отнести и армированные нитки.

Крученые швейные нитки вырабатывают скручиванием исходных нитей. Исходными нитями могут быть пряжа, комплексные нити. Технологический процесс изготовления крученых ниток состоит из следующих операций: трощение, скручивание, отваривание, крашение или отбеливание и отделка [4].

Текстурированные швейные нитки вырабатывают из текстурированных нитей путем их скручивания в 2 или 3 сложения. Текстурированные нитки характеризуются мягкостью и повышенной растяжимостью, их применяют при изготовлении изделий из эластичных

материалов и обметывания срезов.

Клееные швейные нитки изготавливают из комплексных нитей. Поверхность ниток покрывают полимерной плёнкой, которая фиксирует структуру ниток, препятствует смещению крутки в процессе пошива и раскручиванию концов ниток при вдевании в иглу.

Армированные швейные нитки получают скручиванием армированной пряжи в 2 или 3 сложения. Армированная пряжа состоит из сердечника (комплексная полиэфирная нить) и оплетки (слабо скрученные волокна в виде ленты) [5].

Мононить – одиночная нить, пригодная для непосредственного использования в швейной машине. Мононити используют для получения прозрачных, термоклеевых, электропроводных, хемостойких швейных ниток.

По количеству сложений швейные нитки выпускаются в 2, 3, 6, 12 и 18 сложений.

Наиболее широко применяются однокруточные швейные нитки в 3 сложения и двухкруточные в 6 сложений. Число сложений определяет прочность и толщину швейных ниток [6]. Толщина швейных ниток характеризуется торговым (условным) номером или линейной плотностью в тексах. Чем больше линейная плотность ниток, тем они толще.

По направлению окончательной крутки различают нитки правой Z и левой S крутки. На швейных машинах целесообразно использовать нитки правой Z - крутки. При крутке же в сторону, обратную прядильной крутке, составляющие нити раскручиваются и как бы сливаются, образуя новую плотную нитку, округлую по форме и равномерно заполненную волокнами. Раскручивание составляющих нитей продолжается до тех пор, пока они не окажутся настолько закрепленными витками повторной крутки, что уже потеряют способность вращаться вокруг своей оси.

По способу отделки швейные нитки могут быть суровыми, матовыми, глянцевыми, белыми, чёрными, цветными и со специальной отделкой. Матовые нитки имеют слабый блеск, создаваемый покрывающей их поверхность тонкой пленкой парафина или технического масла. Глянцевые нитки имеют гладкую и блестящую поверхность, для этого их пропитывают аппретом, содержащим крахмал, клеящие вещества, стеарин или воск и полируют вращающимися щетками. Суровые нитки – нитки без отделки и окраски, используются для технических целей.

Отделка специального назначения (огнестойкая, биоцидная, ароматизирующая, светоотражающая и др.) используется для придания ниткам особых свойств.

В производстве швейных ниток промышленным способом хлопчатобумажное волокно начали использовать в конце 19 века. Ещё 20 лет назад в России среди всего ассортимента используемых ниток хлопчатобумажные нитки составляли более 90%.

Хлопчатобумажные швейные нитки классифицируются по типу их использования и обработки. В зависимости от их использования нитки бывают: для пошива нижней одежды, для пошива верхней одежды, для пошива шелковых изделий, для пошива обуви, специальные швейные нитки, для наметочных и выметочных операций.

Качество хлопчатобумажных ниток зависит от качества сырья, применяемого технологического процесса и используемого способа отделки. Для изготовления хлопчатобумажных ниток используется гребенная пряжа из тонковолокнистого хлопка. Высокопрочные, мерсеризованные хлопчатобумажные нитки на сегодняшний день одни из самых дорогих [6].

Швейная нитка хорошего качества должна быть качественной по всем показателям: обладать уравновешенностью крутки, что определяет в значительной степени ее прочность, ее обрывность, прочностью и равномерностью окраски, блеском, ровностью, округлостью. Все это обеспечивает высокие качества, важные в условиях промышленного производства одежды. На скоростных швейных машинах швейная игла под воздействием трения перегревается [1, 2]. Необходимо следить, чтобы нитка под воздействием высоких температур не плавилась и не обрывалась.

Слишком большая упругость нити способствует стягиванию шва. Под воздействием натяжения, неизбежного при шитье на любой швейной машине, шов деформируется. Чтобы

избежать подобного дефекта шитья, необходимо постоянно придерживать нитку, надавливая на нее; тогда она не будет слишком натягиваться.

Причина деформации шва (шов стянут), что особенно заметно после стирки или чистки, — недостаточная прочность и растяжимость нитки. Высокая степень сминаемости нити способствует появлению морщинистости шва после стирки и утюжки. Важно, чтобы сминаемость нитки при соприкосновении ее с горячей водой не превышала 1—1,5%. При специальной обработке ткани сминаемость нитки должна быть ниже 1%.

Прочность швейной нитки не играет решающей роли в самом процессе шитья; нитка выбирается с таким учетом, чтобы обеспечить прочность стежка.

От высокого качества ниток — их прочности — зависит внешний вид изделия, предотвращение деформации одежды при утюжке и пропуске стежков в шве при прокалывании ткани.

Относительно высокая растяжимость волокна (его способность значительно удлиняться при нагрузке — прокалывании ткани иглой — и сокращаться, принимая первоначальную форму при выходе иглы из ткани) отрицательно влияют на швейные процессы. Безусловно, имеются определенные трудности при установлении взаимосвязи и взаимозависимости таких качественных показателей нитки, как растяжимость, упругость, предотвращение деформации шва при утюжке. Однако именно эти качества являются решающими при изготовлении изделий наивысшего сорта.

Решающим фактором для швейных ниток является возможность их применения в швейном производстве, их качества и свойства в процессе шитья. Скорость работы швейных машин постоянно возрастает. Машины со скоростью 5 000 стежков в минуту уже не редкость. При простых операциях скорость работы швейной машины достигает 10 000 стежков в минуту. При такой огромной скорости работы машины нить, движущаяся чрезвычайно быстро, должна преодолевать определенное сопротивление, возникающее во время ее прохождения по направляющему пазу и при прокалывании материала иглой; это приводит к повреждению волокон [3, 4]. Поэтому необходимо повысить качество швейной нитки: добиться снижения коэффициента трения и, следовательно, предупреждения перегрева швейной нитки и материала. Для обеспечения высокого качества различных швейных ниток необходимо усовершенствовать технологию их изготовления. Целесообразно производить нитки, обладающие достаточной растяжимостью, упругостью и уравновешенностью крутки, нитки с ворсистой поверхностью, у которых тепло-распределение происходит по всей ее длине. Ворсистость поверхности нитки достигается путем изменения ее структуры. Можно также сочетать физико-механические свойства шелковых натуральных ниток (эластичность, тепло-проводимость, теплоотдача, теплоизоляция) с лучшими свойствами синтетических (повышенная прочность на разрыв, стойкость к истиранию и др.), предотвратить нагревание синтетической нитки, изготовить ее с покрытием - хлопковым [6].

Перспективный план развития производства ниток предусматривает усовершенствование и сокращение технологических процессов промышленного производства ниток. На усовершенствование технологии планируются дополнительные капиталовложения, в частности, на улучшение отделки всех видов ниток, но главное — хлопчатобумажных, совершенствования их качества и физико-химических свойств, включая необходимую обработку ниток в процессе шитья. Дальнейший этап совершенствования производства ниток — создание новых видов сырья, что позволит кардинально упростить дополнительную отделку выпускаемых ниток и улучшить их качество.

Кроме дополнительной отделки ниток запланировано провести научные исследования с целью улучшения технологии производства каркасных нитей. Предполагается улучшить материал составных частей такой нитки (сердцевину и покрытие, синтетическое хлопчатобумажное волокно), что, несомненно, положительно повлияет на основные свойства ниток — внешний вид, ровность, уравновешенность крутки, прочность и окраску.

Предполагается также модернизировать процессы производства каркасных ниток;

однако не следует ожидать в связи с этими мероприятиями значительного расширения ассортимента ниток; желательно наладить производство гляцевых, в том числе гляцевых каркасных ниток.

Путь развития производства швейных ниток из непрерывных волокон — совершенствование основного сырья, в том числе создание волокон. Модификация исходных имеющихся материалов даст возможность повысить устойчивость волокон к нагреванию и улучшить многие качественные показатели швейных ниток, что значительно расширяет сферу их использования.

Предполагается, что эти нитки будут применены и для пошива изделий, подлежащих стирке, при условии, что сминаемость ниток под воздействием горячей воды не превысит 1%.

С внедрением нового оборудования удастся достигнуть и уменьшения растяжимости ниток. Однако в связи с повышенным спросом на трикотажные изделия, особенно на мужскую верхнюю одежду, предстоит обеспечить швейную промышленность синтетическими швейными нитками высокой растяжимости. Для большинства видов швейных ниток растяжимость устанавливается в пределах 15%.

При производстве ниток фасонной крутки (структурных) будут внедряться нетрадиционные технологические процессы и выпускаться нитки разнообразных фасонов и структуры. Известно, что ассортимент полиэфирных ниток можно надежно заменить швейными нитками из моноволокна.

Говоря о производстве остальных швейных ниток в ближайшем будущем, следует отметить намечаемые значительные изменения в технологическом процессе при производстве ниток из эластичных материалов, что не только улучшит качество швейных ниток и их физико-механические свойства, но и повысит эффективность их производства в целом.

Многие нитяные изделия вырабатываются, как правило, путем применения тех же технологических процессов, что и при получении швейных ниток. Различие лишь в том, что нитяные изделия (кроме швейных ниток) значительно толще и с меньшим кручением [4, 5].

Ассортимент нитяных изделий включает вышивальные нитки, нитки для вязания крючком, для ручного вязания, крученую хлопчатобумажную кардную пряжу (для стежки одеял, для наметочных и выметочных операций и т. д.).

Основными показателями качества вышивальных ниток является равномерность их окраски и блеск. Они предназначаются для ручной вышивки; выпускаются в 3-4 сложениях в клубках или небольших клубочках. Нитки для ручного вышивания вырабатываются и в 12 сложениях; в продажу они поступают в небольших мотках и клубках.

Нитки для вязания крючком выпускаются в 2-6 сложениях, преимущественно в клубках, обычно характеризуются повышенной и сильной круткой и большой прочностью. Как правило, для крученых ниток применяют волокно, полученное на оборудовании для обработки хлопка по кардной системе. Эти нитки выпускаются средней толщины или толстые (торговый номер, различающий нитки по толщине, невысокий). К данному виду ниток относятся и нитки для стежки.

Основным сырьем для этого вида вязальных ниток является шерсть. За последний период произошли изменения не только в составе сырья, из которого вырабатываются нитяные изделия, но и в технологии их производства (безрвничное получение пряжи, выработка пряжи прямо из ленты, центрифугальный, электростатический, пневматический способы прядения и т. п.).

С развитием химической промышленности стало появляться все больше тканей, пригодных для вышивания нитками из синтетических или смешанных волокон, поскольку такие нитки очень износостойки. Поэтому в настоящее время выпускают широкий ассортимент нитяных изделий из синтетических материалов, близких по своему химическому составу.

Список литературы

1. Мальцева Е.П., Материаловедение швейного производства, - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
2. Калмыкова Е.А. Материаловедение швейного производства: Учеб. Пособие, - Мн.: Выш. шк., 2001- 412 с.
3. Бузов Б.А. и др. Материаловедение швейного производства, - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.
4. Швейные нитки. Справочник. Белова И.Ю., Каневский А.С., Чельшев А.М.
5. Павлов Ю. В., Иванова М. И. Крутильно-ниточное производство. М.: Легпромбытиздат, 1986. 178 с.
6. Бондарчук М. М., Грязнова Е. В., Полякова Т. И. Производство крученой, фасонной пряжи и швейных ниток. Конспект лекций. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2011. 80 с.

УДК 677.017.335

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАРДОЧЕСАНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СМЕСЕЙ С РЕГЕНЕРИРОВАННЫМИ ПЭТ ВОЛОКНАМИ MODELING OF THE PROCESS OF CARDING IN THE PROCESSING OF MIXTURES WITH RECYCLED PET FIBERS

**Скуланова Нина Сергеевна, Подольная Татьяна Викторовна,
Сучков Василий Георгиевич, Полякова Татьяна Ивановна,
Караев Таусолтан Борисович
Skulanova Nina Sergeevna, Podolnaya Tatyana Viktorovna,
Suchkov Vasily Georgievich, Polyakova Tatyana Ivanovna,
Karaev Tausultan Borisovich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(pryadenieskulanova@mail.ru, tata.podolnaya@mail.ru, suchkov.vasily@yandex.ru,
karaev.tausoltan@selenatex.ru)*

Аннотация: Получение текстильных волокон из бутылочных отходов является технологическим прорывом. В работе рассмотрены задачи разработки новой технологии оптимизации процесса кардочесания при переработке смесей с регенерированными ПЭТ – волокнами. Разработаны технологические потоки для кардочесания регенерированных ПЭТ – волокон. Проведена оптимизация параметров кардочесания при изменении плотности синтепона, г/м² и линейной плотности волокна, текст при получении синтепона на чесальной машине фирмы «Бефама» (Польша) для получения оптимальных параметров воздухопроницаемости. Применены методы планирования процесса кардочесания по матрице КОНО2 для вложения в смеси волокон из ПЭТ бутылок [1].

Abstract: The production of textile fibers from bottle waste is a technological breakthrough. The paper deals with the problem of developing a new technology to optimize the process of carding in the processing of mixtures with regenerated PET fibers. Technological flows are developed for carding of regenerated PET fibers. The Optimization of parameters of carding at change of density of a synthetic winterizer, g / m² of linear density of fibers, the Text at preparation of a synthetic winterizer on carding firm "Befama" (Poland) for receiving optimum parameters of air permeability is carried out. The methods of planning the process of carding on the KONO matrix 2 for embedding in a mixture of fibers from PET bottles [1].

Ключевые слова: моделирование, оптимизация, волокно, ПЭТ-волокна, линейная плотность, плотность синтепона, воздухопроницаемость, кардочесание, состав смеси.

Keyword: modeling, optimization, fiber, PET fiber, linear density, density of padding polyester, breathability, carding, mixture composition.

Получение текстильных волокон из бутылочных отходов является технологическим прорывом. В работе рассмотрены задачи разработки новой технологии оптимизации процесса кардочесания при переработке смесей с регенерированными ПЭТ – волокнами. Разработаны технологические потоки для кардочесания регенерированных ПЭТ – волокон. Проведена оптимизация параметров кардочесания при изменении плотности синтепона, г/м² и линейной плотности волокна, текс при получении синтепона на чесальной машине фирмы «Бефама» (Польша) для получения оптимальных параметров воздухопроницаемости. Применены методы планирования процесса кардочесания по матрице КОНО2 для вложения в смеси волокон из ПЭТ бутылок. Научная новизна результатов работы заключается в проведении оптимизация процесса кардочесания на чесальной машине фирмы «Бефама» при переработке смесей с регенерированными ПЭТ - волокнами при получении синтепона. Практическая значимость и реализация результатов работы проведена на ООО «Селена», где внедрены и разработаны технологические параметры кардочесания для получения синтепона. Имеется акт о внедрении работ.

Для оптимизации параметра воздухопроницаемости был проведен полный факторный эксперимент (ПФЭ) для получения статистических регрессионных многофакторных моделей (РМФМ). Для 2-х вариантов синтепона. 1 варианта: линейная плотность волокна X_1 - плотность синтепона, г/м² (150, 225, 300), X_2 -плотность линейная волокна, текс (0,6; 0,9;1,2); 2 варианта: линейная плотность волокна X_1 - плотность синтепона, г/м² (80; 110; 140), X_2 -плотность линейная волокна, текс (0,3; 0,6; 0,9) [2-6].

Для 1 варианта проведены следующие расчеты: в табл. 1 приведены условия проведения эксперимента для следующих факторов:

X_1 - плотность синтепона, г/м² (150; 225; 300)

X_2 -плотность линейная волокна, текс (0,6; 0,9; 1,2)

Y_1 -воздухопроницаемость, дм³/м²*с

Таблица 1. Условия изменения факторов

Условия проведения эксперимента	Натуральные значения i-го фактора		Кодированные значения i-го фактора	
	X_1	X_2	x_1	x_2
Основной уровень фактора X_{0i}	225	0,9	0	0
Интервал варьирования фактора Y_i	75	0,3	1	1
Верхний уровень фактора X_{vi}	300	1,2	+1	+1
Нижний уровень фактора X_{ni}	150	0,6	-1	-1

Таблица 2. Параметры изменения факторов

№ опыта	Плотность синтепона, г/м ² ; X_1	Кодирование значения x_1	Плотность линейная волокна, текс; X_2	Кодирование значений x_2	Y_{u1}	Y_{u2}
1	150	-	0,6	-	820	740
2	300	+	1,2	-	860	780
3	150	-	1,2	+	890	912
4	300	+	0,6	+	910	960
5	150	-	0,9	0	870	910
6	300	+	0,9	0	910	984
7	225	0	0,6	-	1050	1160
8	225	0	1,2	+	1100	1212

В таблице 3 приведены результаты испытаний воздухопроницаемости и полученные результаты для расчета статистических регрессионных многофакторных моделей.

Таблица 3. Испытания воздухопроницаемости 1 варианта

Y u1	Y u2	Y _u	S _u ² (Y)	Y _{np}	Y _u -Y _{np}	(Y _u -Y _{np}) ²	x1	x2	x3	b0	b1	b2
820	740	780	3200	799,25	19,25	370,563	-1	-1	-1	941,75	22,75	82,5
860	780	820	3200	799,25	20,75	430,563	1	-1	-1			
890	912	901	242	964,25	63,25	4000,56	1	1	-1			
910	960	935	1250	918,75	16,25	264,063	1	1	-1			
870	910	890	800	964,75	74,75	5587,56	-1	-1	1			
910	984	947	2738	919,25	27,75	770,063	1	-1	1			
1050	1160	1105	6050	1129,75	24,75	612,563	-1	1	1			
1100	1212	1156	6272	1084,25	71,75	5148,06	1	1	1			

С помощью критерия Кочрена проводим проверку гипотезы об однородности дисперсии.

Определяется по формуле:

$$S^2(y) = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2(y) = 2969 \quad (1.1)$$

С использованием критерия Стьюдента проверяем значимость коэффициентов регрессии. Гипотеза о значимости коэффициентов не отвергается, если $t_R > t_T$, то коэффициенты значимы:

$$t_R = t(b_i) = \frac{|b_i|}{S(b_i)} \quad (1.2)$$

По критерию Фишера проверяем адекватности

$$F = \frac{S_{ад}^2(y)}{S^2(y)} \leq (F_{\alpha}(f_{ад}; f_y)) = 2,8939 \quad (1.3)$$

$$S_{ад}^2(y) = \frac{m}{N-p} \sum_u^n (\bar{y}_u - y_{np})^2 = 8592 \quad (1.4)$$

Гипотеза адекватности регрессионной многофакторной модели не отвергается. Оптимальные значения воздухопроницаемости синтепона из волокон линейной плотности 0,6; 0,9; 1,2 текс описывается следующим образом:

$$y = 941,75 - 22,75x_1 - 82,5x_2 \quad (1.5)$$

Анализ позволяет сделать вывод, что максимальное влияние на воздухопроницаемость синтепона показывает:

Оптимальной области соответствуют значения:

X₁ – плотность синтепона – 225 г/м²

X₂ – плотность линейная волокна - 0,9 текс;

Воздухопроницаемость 1 варианта для плотности волокна 0,9 текс и для плотности синтепона 225 г/м² составила 1156 дм³/м²*с

Для 2 варианта проведены следующие расчеты: в табл. 4 приведены условия проведения эксперимента для следующих факторов:

X₁- плотность синтепона, г/м² (80; 110; 140)

X₂-плотность линейная волокна, текс (0,3; 0,6; 0,9)

Y₁-воздухопроницаемость, дм³/м²*с

Таблица 4. Условия изменения факторов

Условия проведения эксперимента	Натуральные значения i-го фактора		Кодированные значения i-го фактора	
	X ₁	X ₂	x ₁	x ₂
Основной уровень фактора X _{0i}	110	0,6	0	0
Интервал варьирования фактора Y _i	30	0,3	1	1

Верхний уровень фактора X_{vi}	140	0,9	+1	+1
Нижний уровень фактора X_{ni}	80	0,3	-1	-1

Таблица 5. Параметры изменения факторов

№ опыта	Плотность синтепона, $г/м^2$; X_1	Кодирование значения x_1	Плотность линейная волокна, текс; X_2	Кодирование значений x_2	Y_{u1}	Y_{u2}
1	80	-	0,3	-	1910	1710
2	140	+	0,9	-	2170	1823
3	80	-	0,9	+	2220	2344
4	140	+	0,3	+	2340	2445
5	80	-	0,6	0	2310	2470
6	140	+	0,6	0	2440	2560
7	110	0	0,3	-	2510	2710
8	110	0	0,9	+	2720	2820

В таблице 6 приведены результаты испытаний воздухопроницаемости и полученные результаты для расчета статистических регрессионных многофакторных моделей.

Таблица 6. Испытания воздухопроницаемости для 2 варианта

Y_{u1}	Y_{u2}	Y_u	$S_u^2(Y)$	Y_{up}	$Y_u - Y_{up}$	$(Y_u - Y_{up})^2$	x_1	x_2	x_3	b_0	b_1	b_2
1910	1710	1810	20000	2021,38	211,375	44679,4	-1	-1	-1	2343	70,8	169,7
2170	1823	1996,5	60204,5	2021,38	24,875	618,766	1	-1	-1			
2220	2344	2282	7688	2360,88	78,875	6221,27	-1	1	-1			
2340	2445	2392,5	5512,5	2219,13	173,375	30058,9	1	1	-1			
2310	2470	2390	12800	2468,63	78,625	6181,89	-1	-1	1			
2440	2560	2500	7200	2326,88	173,125	29972,3	1	-1	1			
2510	2710	2610	20000	2808,13	198,125	39253,5	-1	1	1			
2720	2820	2770	5000	2666,38	103,625	10738,1	1	1	1			

Обработка результатов исследования проводится по следующим этапам.

Проводим проверку гипотезы об однородности дисперсии в опытах матрицы с помощью критерия Кочрена.

Дисперсия воспроизводимости определяется по формуле (1.1):

$$S^2(y) = 17300,6$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии проводилась с использованием критерия Стьюдента, расчетное значение которого t_R сравнивают с табличным t_T .

Если $t_R > t_T$, то гипотеза о значимости коэффициентов не отвергается:

Далее проводим проверку адекватности полученной модели с использованием критерия Фишера (1.3):

$$F = 4,843$$

$$S_{ад}^2(y) = 83862,06$$

Гипотеза адекватности регрессионной многофакторной модели не отвергается и воздухопроницаемость синтепона описывается следующим образом:

$$y = 2343,88 - 70,875x_1 - 169,75x_2$$

Анализ позволяет сделать вывод, что максимальное влияние на воздухопроницаемость синтепона оказывает:

Оптимальной области соответствуют значения:

X_1 – плотность синтепона – 110 $г/м^2$

X_2 – плотность линейная волокна – 0,6 текс

Воздухопроницаемость 2 варианта для плотности волокна 0,6 текс и для плотности синтепона 110 $г/м^2$ составила 2770 $дм^3/м^2*с$.

Выводы

1. Для 2-х вариантов синтепона проведена оптимизация параметров линейной плотности волокна и линейной плотности синтепона в диапазоне 1 варианта: X_1 - плотность синтепона, г/м² (150, 225, 300), X_2 -плотность линейная волокна, текс (0,6; 0,9; 1,2); 2 варианта: X_1 - плотность синтепона, г/м² (80, 110, 140), X_2 -плотность линейная волокна, текс (0,3; 0,6; 0,9).

2. Определены оптимальные значения параметров: для 1 варианта линейная плотность волокна 0,9 текс, плотность синтепона 225 г/м² воздухопроницаемость составила 1156 дм³/м²*с; для 2 варианта линейная плотность волокна 0,6 текс, плотность синтепона 110 г/м² воздухопроницаемость составила 1156 дм³/м²*с.

Список литературы

1. Керницкий В.И., Жир Н.А., Микитаев А.К. ПЭТ: приказано выжить // Пластикс. №12 (152), 2015. С. 32–38.
2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Аналитические методы проектирования нити и пряжи. – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 73 с.
3. Скуланова Н.С. Новые планы подготовки компонентов к смешиванию в аппаратной системе прядения. Методическая разработка. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.
4. Скуланова Н.С., Подольная Т.В., Полякова Т.И. Аналитические методы прочностных расчетов шерсто-вискозной пряжи с учетом поперечной деформации волокон // Химические волокна. №1, 2019. С. 61-65.
5. Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Расчет прочности пряжи с учетом поперечной деформации // Технология текстильной промышленности. №1, 2018. С. 184-188.
6. Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Теория проектирования нити с учетом взаимодействия волокон // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017, №6. С. 306-310.

УДК 677.017.336

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ ПРЯЖИ ИЗ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ПЭТ ВОЛОКОН MODELING TECHNOLOGY AND PROPERTIES' YARNS FROM RECYCLED PET FIBERS

**Скуланова Нина Сергеевна, Подольная Татьяна Викторовна,
Метельский Александр Анатольевич, Голайдо Светлана Александровна,
Сучков Василий Георгиевич
Skulanova Nina Sergeevna, Podolnaya Tatyana Viktorovna,
Metelsky Alexander Anatolyevich, Golaido Svetlana Alexandrovna,
Suchkov Vasily Georgievich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: pryadenieskulanova@mail.ru, tata.podolnaya@mail.ru, metelskiy@selenatex.ru,
sg1902@yandex.ru, suchkov.vasily@yandex.ru)*

Аннотация: Актуальность работы обуславливается снижением стоимости пряжи и повышением экономичности производства при применении процессов получения волокон из вторичного бутылочного сырья (ПЭТ-флексов). В работе проведено проектирование прочностных свойств и составов смесей аппаратной пряжи с регенерированными ПЭТ-

волокнами. Составлены логистические схемы получения аппаратной пряжи с вложением волокон из ПЭТ бутылок менее 40%.

Применены методы классического анализа и методы механики нити. В исследовании широко использованы вычислительные методы.

Abstract: The relevance of the work is due to the reduction in the cost of the yarn and increasing the efficiency of production in the application of processes for producing fibers from recycled bottle material (PET flake). The design of strength properties and compositions of mixtures of hardware yarn with regenerated PET fibers is carried out. Logistic schemes of production of hardware yarn with an investment of fibers from PET bottles less than 40% are made. Methods of classical analysis and methods of mechanics threads. Computational methods are widely used in the study.

Ключевые слова: вторичное сырье, логистические схемы, волокно, ПЭТ-волокна, проектирование, моделирование, состав смеси, теории деформирования, пряжа.

Keywords: secondary raw, logistic scheme, fiber, PET fiber, design, modeling, mixture composition, theory of deformation, yarn.

Актуальность работы обуславливается снижением стоимости пряжи и повышением экономичности производства при применении процессов получения волокон из вторичного бутылочного сырья (ПЭТ-флексов). В работе проведено проектирование прочностных свойств и составов смесей аппаратной пряжи с регенерированными ПЭТ-волокнами. Составлены логистические схемы получения аппаратной пряжи с вложением волокон из ПЭТ бутылок менее 40%.

Применены методы классического анализа и методы механики нити. В исследовании широко использованы вычислительные методы.

Научная новизна результатов заключается в использовании основ теории деформирования прочностных характеристик и проведении теоретических расчетов прочности одиночной аппаратной пряжи для линейной плотности пряжи 80 текс с вложением в смеси 25% ПЭТ-волокон.

В таблице 1 приведены состав смеси с вложением волокон из ПЭТ бутылок менее 40%.

Таблица 1. Состав смеси с вложением ПЭТ-волокон

Группа смеси	Состав смеси	Линейная плотность пряжи, текс	Квадратическая неровнота пряжи, %	Долевое содержание компонента, %
2.1-С	Шерсть мериносая 64 ^к , Шдл., сорн., (М21Шмз)	80	8,0	75
	ПЭТ-волокно			25

Логистическая схема получения аппаратной пряжи с вложением волокон из ПЭТ бутылок менее 40% (таблица 2).

Таблица 2. План переходов для получения аппаратной пряжи для смеси из ПЭТ бутылок

Наименование параметров	Марка оборудования
1. Склад сырья (Шерстяное волокно): а) взвешивание б) 10% перекатка в) хранение	
2. Трепание	ТП-90-III1
3. Хранение в лабазе	ЛРМ-40Ш
4. Крашение	АКД УШ
5. Отжим	ФМК-15-21 К1
6. Сушка	ЛС-5Ш
7. Хранение в лабазе	ЛРМ-40Ш
8. Расщипывание	ЩЗ-140ШЗ

9. Парозамасливание	ПЗУШ2
10. Пневмотранспортировка	
11. Смешивание в замкнутом цикле	МСП-8
12. Чесание	CR-643
13. Прядение	ПБ-114 Ш

В таблице 3 представлены данные прогнозирования прочностных характеристик при использовании в смесях менее 25% утилизированных волокон из ПЭТ бутылок [1-6].

Таблица 3. Данные прогнозирования прочностных характеристик при использовании в смесях менее 25% утилизированных волокон из ПЭТ бутылок

Группа смеси	Состав смеси	Линейная плотность пряжи, текс	Квадратическая неровность пряжи, %	Долевое содержание компонента, %	Средняя линейная плотность волокна в смеси, текс	Жесткость каждого компонента, сН	Число волокон каждого компонента	Коэффициент реализации средней прочности волокон	Коэффициент скольжения волокон	Теоретическая прочность пряжи, сН
2.1-С	Шерсть мериносковая 64 ^к , Шдл., сорн., (М21Шмз)	80	88,0	75	0,538	17,455	102	0,527	0,975	505,5
	25			8,625		23				

В результате аналитического расчета аппаратной пряжи 80 текс установлено, что:

- средняя линейная плотность волокна в смеси – 0,538 текс;
- жесткость каждого компонента шерстяных волокон - 17,455сН, регенерированных ПЭТ- волокон - 8,625 сН;
- число волокон каждого компонента шерстяных волокон -102, регенерированных ПЭТ-волокон – 23;
- коэффициент реализации средней прочности волокон – 0,527;
- коэффициент скольжения волокон – 0,975;
- теоретическая прочность пряжи – 505,5 сН.

Данные аналитического расчета показывают возможность получения аппаратной пряжи с вложением регенерированных ПЭТ - волокон в смеси и получения пряжи 80 текс прочностью 505,5 сН, что удовлетворяет требованиям выработки пряжи.

Выводы

В работе проведено проектирование прочностных свойств и составов смесей аппаратной пряжи с регенерированными ПЭТ-волокнами. Составлены логистические схемы получения аппаратной пряжи с вложением волокон из ПЭТ бутылок менее 40%.

Проведены расчеты с применением методов классического анализа механики нити и использованы вычислительные методы с применением Mathcad.

Показана возможность получения аппаратной пряжи с вложением регенерированных ПЭТ волокон в смеси и получения пряжи 80 текс с прочностью 505,5 сН, что удовлетворяет требованиям выработки пряжи.

Список литературы

1. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов. – М.: «Тисо Принт», 2013. – 304 с.

2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. – 268 с.
3. Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Расчет прочности пряжи с учетом поперечной деформации // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. №1, 2018. С. 184-188.
4. Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Теория проектирования нити с учетом взаимодействия волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №6. С. 306-310.
5. Hearle J.W.S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers // Yarns and Fabrics. – New York, 1969.
6. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела, – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979.

УДК 677.022.95

СНИЖЕНИЕ НЕРОВНОТЫ ПРЯЖИ НА ЧЕСАЛЬНОМ АППАРАТЕ REDUCTION OF YARN UNEVENNESS ON THE CARDING MACHINE

**Федорова Наталья Евгеньевна, Голайдо Светлана Александровна
Fedorova Natalia Evgenievna, Golaido Svetlana Alexandrovna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(fedorova-ne@rguk.ru, golajdo-sa@rguk.ru)*

Аннотация: Цель исследования влияние на конечные результаты процесса, на неровноту пряжи, изменением свойств волокон и структуры продукта, путем дополнительного эмульсирования продукта на чесальном аппарате.

Annotation: The purpose of the study is the effect on the final results of the process, on the unevenness of the yarn, by changing the properties of the fibers and the structure of the product, by further emulsifying the product on the carding machine.

Ключевые слова: силовые поля вытяжных приборов, чесальный аппарат, уплотнение ровницы, эмульсирование, числа контактов, свойства продукта.

Key words: force field drawing instruments, carding machine, roving seal, emalirovanaya, number of contacts, the properties of the product.

Все полуфабрикаты и пряжа имеют неровноту, которая состоит из нескольких неровнот, отличающихся длиной и формой волн и амплитудами колебаний. Любая неровнота, возникнув, не исчезает, она переходит из одного полупродукта в другой и, наконец, в пряжу.

На технологическом оборудовании в прядении продукт складывается и утоняется, длина его увеличивается соответственно вытяжке, то и различного рода колебания толщины по длине входящего продукта переходят в выходящий продукт, причем длина волны этих колебаний увеличивается пропорционально вытяжке, а возникающая неровнота с более короткими волнами накладывается на более длинные волны колебаний толщины входящего продукта. Поэтому, чем раньше в ходе технологического процесса прядильного производства возникла неровнота, тем более длинные волны колебаний будет иметь соответствующая составляющая неровноты в пряже. В большей мере это относится к неровноте по толщине продукта [1].

Структурная неровнота также переходит из одного продукта в другой, но эти явления обладают большей сложностью [2].

Изменение свойств продукта по его длине определяет неровноту продукта по физико-механическим и другим свойствам.

Неровнота пряжи - негативное явление, снижающее технико-экономические показатели работы текстильных предприятий и эксплуатационные свойства изделий.

Неровнота от вытягивания в аппаратной системе прядения возникает в вытяжном приборе прядильной машины. Структурная неровнота входящего в вытяжной прибор продукта является одной из причин нарушения движения волокон, которое обусловлено полями сил трения, возникающими в результате взаимодействия волокон и рабочих органов вытяжного прибора.

Необходимо учитывать сложные взаимодействия множества факторов, которые определяют движение волокон. При этом чаще всего используется вероятностный подход. Это объясняется случайным характером сил трения, действующих на волокна на различных участках поля вытягивания. Неравномерность свойств волокон, конструкция вытяжного прибора и сущность самого процесса вытягивания способствуют этому.

Воздействовать на силовые поля вытяжных приборов можно путем изменения коэффициентов трения между волокнами и числа контактов волокон, которые изменяются при уплотнении волокнистого продукта. Стабильность числа контактов вдоль длины продукта тем больше, чем плотнее продукт. Такое уплотнение продукта имеет место, в частности, в процессе сучения волокнистого продукта.

Поля сил трения вытяжных приборов изучены по зонам теоретически и экспериментально. В работах получены эпюры напряжения сжатия и расчетные эпюры полей сил трения в двухремешковом зажиме с различными конструктивными элементами [3].

Анализируя приведенные работы, можно сделать вывод, что изменением полей сил трения в вытяжных приборах можно уменьшить неровноту продукта.

Цель исследования – влияние на конечные результаты процесса изменением свойств волокон и структуры продукта.

Приготовление ровницы по аппаратной системе прядения завершается на чесальном аппарате, вырабатывающем ровницу необходимой линейной плотности и прочности.

Прочность ровницы складывается из сил трения и цепкости волокон. При разрыве ровницы составляющие ее волокна скользят друг относительно друга без их разрыва.

Сучение полосок ватки производится посредством пары сучильных рукавов, совершающих возвратно-поступательное движение. Верхний и нижний рукава в каждой паре перемещаются навстречу друг другу. Полоски ватки при сходе с ремешков попадают в зазор между сучильными рукавами, который меньше толщины полосок. Волокнистые полоски сдавливаются рукавами и при этом в зонах контакта возникают силы трения. Продвигаясь вместе с рукавами вперед, полоски уплотняются и закатываются в ровницу круглого сечения благодаря встречному возвратно-поступательному движению пары рукавов. Можно утверждать, что упрочнение продукта при сучении достигается за счет увеличения контактов между волокнами. Сжимающие радиальные усилия между рукавами создают длительное воздействие на всю поверхность волокнистого продукта, который при этом сжимается последовательно со всех сторон вследствие поперечного движения. Сучильные рукава обладают большой эффективностью упрочнения и создают всестороннее и длительное сжимающее воздействие на продукт. При этом увеличивается прочность и плотность волокнистого продукта. На поверхности рукавов предусмотрены рифли, это способствует повышению трения между рукавами и ровницей.

Интенсивность процесса сучения зависит в основном от технологического режима работы чесального аппарата в соответствии с анализом предложенных формул для определения интенсивности сучения ровницы, но они не учитывают структуру продукта и свойства волокон (чешуйчатость и гибкость). Чешуйчатость является исходным свойством волокон шерсти, и она непосредственно влияет на силы трения, которые возникают в процессе сучения. От гибкости и распрямленности волокон зависит степень уплотнения

ровницы в процессе сучения. Менее жесткие волокна при их деформации меньше стремятся вернуть свое исходное положение и форму и имеют большее число контактов с другими волокнами.

В соответствии с результатами выполненных исследований было установлено, что снижение неровноты пряжи может быть достигнуто путем создания более однородного по воздействию на волокна поля вытягивания.

Поле сил трения вытяжного прибора прядильной машины можно регулировать путем изменения параметров технологического режима процесса, конструкции вытяжного прибора, свойств волокон и структуры ровницы.

Уплотнение ровницы способствует стабилизации числу контактов волокон в поле вытягивания, снижает скрытую вытяжку при наматывании и разматывании ровницы.

Уплотнение аппаратной ровницы с целью снижения неровноты получаемой из нее пряжи может быть достигнуто путем интенсификации процесса сучения, которая может достигаться как путем изменения технологических параметров работы сучильного устройства, так и изменением свойств волокон непосредственно на чесальном аппарате.

Снизить неровноту от вытягивания в вытяжном приборе можно путем целенаправленного воздействия на поля сил трения, которые изменяются в результате изменения свойств волокон и структуры продукта.

Увеличить гибкость волокон в продукте, изменить их свойства, изменить поле сил трения в вытяжном приборе и снизить неровноту от вытягивания можно путем эмульсирования на определенном этапе технологического процесса. Это позволяет изменять силы трения между волокнами, снижать жесткость на изгиб, снимать релаксационные напряжения в волокнах и электростатические заряды.

Локальное эмульсирование перед процессом сучения позволяет снизить неровноту пряжи и обеспечить интенсификацию самого процесса, а также и позволит снизить обрывность в процессе чесания [4].

В исследовании с целью выявления факторов, влияющих на интенсивность и эффективность процесса сучения как способа уплотнения аппаратной ровницы и управления полем сил трения вытяжных приборов для снижения неровноты получаемой пряжи, проведен теоретический анализ процесса сучения и экспериментальное исследование свойств волокон и структуры аппаратной ровницы, подвергаемой эмульсированию (методом моделирования процесса эмульсирования) [1].

В результате экспериментальных исследований установлено, что эмульсирование ровницы эмульсией с составом ПО-3 - 2%, вода - 98% с расходом эмульсии 3% от массы ровницы позволяет увеличить: изогнутость конфигураций волокон, что подтверждается изменением длины элементов волокон и углов их наклона к оси продукта, силы трения между волокнами ровницы по сравнению с неэмульсированным продуктом, доли остаточной деформации сжатия.

Полученные экспериментальные результаты подтверждают возможность интенсификации уплотнения ровницы при сучении путем дополнительного эмульсирования продукта на чесальном аппарате, что позволит снизить неровноту полученной из нее пряжи.

Список литературы

1. Голайдо С.А. Разработка метода пенного эмульсирования ленты для снижения неровноты аппаратной пряжи. Дисс. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. 145 с.
2. Голайдо С.А., Бондарчук М.М., Грязнова Е.В., Федорова Н.Е. Неровнота пряжи и анализ методов ее снижения //Альманах современной науки и образования. 2015. №1(91). С.24-28.
3. Люсова Н.Е. Разработка метода автоматизированного проектирования технологического режима приготовления гребенной ленты. Дисс...на соиск. учен. степ. канд.техн. наук. –М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.
4. Федорова Н.Е., Голайдо С.А. Исследование контактирования волокон ленты Швейная промышленность, (1-2, 2016).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
APPLICATION OF METHODS OF SYSTEM ANALYSIS OF RELAXATION PROCESSES OF TEXTILE ELASTOMERS FOR QUALITATIVE ASSESSMENT OF THEIR FUNCTIONAL PROPERTIES

**Переборова Нина Викторовна, Егорова Марина Авинировна,
Козлов Александр Александрович
Pereborova Nina Viktorovna, Egorova Marina Avinirovna,
Kozlov Alexander Alexandrovich**

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design
(maregoro@mail.ru, nina1332@yandex.ru)*

Аннотация: В статье описываются методы системного анализа процессов релаксации медицинских текстильных эластомеров для хирургической имплантации. Методы системного анализа процессов релаксации медицинских текстильных эластомеров разрабатываются на основе математического моделирования этих процессов и позволяют проводить качественную оценку функциональных и эксплуатационных возможностей хирургических имплантатов, что особенно важно на стадии их проектирования и организации производства.

Abstract: The article describes methods of systematic analysis of relaxation processes of medical textile elastomers for surgical implantation. Methods of a system analysis of relaxation processes of medical textile elastomers are developed on the basis of mathematical modeling of these processes and allow a qualitative assessment of the functional and operational capabilities of surgical implants, which is especially important at the stage of their design and organization of production.

Ключевые слова: медицинские текстильные эластомеры, релаксация, функциональные свойства, эксплуатационные свойства, математическое моделирование, системный анализ, качественная оценка.

Keywords: medical textile elastomers, relaxation, functional properties, performance properties, mathematical modeling, system analysis, qualitative assessment.

Текстильные эластомеры находят все более широкое применение в медицине, где чаще всего они используются для укрепления ослабших внутренних тканей человека при грыжах и механических повреждениях. Этим вызван возрастающий интерес к исследованию функциональных и эксплуатационных свойств этих материалов. Важными функциональными свойствами текстильных эластомеров во время эксплуатации являются их релаксационные свойства. Именно поэтому следует уделять особое внимание изучению релаксационных свойств указанных материалов через математическое моделирование и системный анализ их процессов релаксации.

Исходными данными для построения математической модели релаксации текстильных эластомеров является эксперимент. С помощью приборов релаксметров напряжения исследуются образцы эластомеров. Закрепленные в приборе образцы (как правило, базовой длины 10 см) удлиняются на величину деформации $\varepsilon, \%$. Далее в определенные периоды времени снимаются показания изменяющегося напряжения $\sigma, МПа$. По данным

проведенного эксперимента в логарифмическо-временной шкале приведенного времени строится "семейство" кривых релаксации, т.е. "семейство" кривых зависимости напряжения σ от логарифма приведенного времени для разных уровней постоянной деформации ε .

Далее, указанное "семейство" кривых релаксации на основе формулы

$$E(\varepsilon, t) = \sigma(t) / \varepsilon \quad (1)$$

перестраивается в "семейство" кривых модуля релаксации $E_{\varepsilon t} = E(\varepsilon, t)$.

Моделирование релаксации проводится на основе принципа деформационно-временной аналогии, когда "семейство" кривых модуля релаксации (σ - напряжение, ε - деформация, t - время), построенное по логарифмической шкале приведенного времени $\ln(t/t_1)$ (t_1 - некоторое фиксированное значение "базового" времени), путем параллельных сдвигов вдоль логарифмическо-временной шкалы накладывается на некоторую "обобщенную" кривую релаксации, задаваемую нормированной функцией $\varphi(\ln(t/t_1))$.

При этом, в качестве нормированной функции φ , как правило, выбирают одну из следующих функций:

- интеграл вероятностей (ИВ)

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{1}{a_n} \ln \frac{t}{\tau} - \frac{z^2}{2}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (2)$$

которая является интегральной функцией нормального распределения,

- нормированный арктангенс логарифма (НАЛ)

$$\varphi = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_n} \ln \frac{t}{\tau} \right), \quad (3)$$

которая является интегральной функцией распределения вероятностного закона Коши,

- гиперболический тангенс (ГТ)

$$\varphi = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{th} \left(\frac{A_n}{2} \ln \frac{t}{\tau} \right) \right) \quad (4)$$

- функцию Кольрауша (ФК)

$$\varphi = 1 - e^{-\left(t/\tau\right)^{k_n}} \quad (5)$$

и некоторые другие (здесь a_n , b_n , A_n , k_n , - структурные коэффициенты, характеризующие интенсивность процесса релаксации).

При этом, аппроксимация модуля релаксации $E_{\varepsilon t} = E(\varepsilon, t)$ с помощью какой-нибудь нормированной релаксационной функции $\varphi_{\varepsilon t} = \varphi(\varepsilon, t)$ типа (2) - (5) будет иметь следующий вид:

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t}, \quad (6)$$

где E_0 - модуль упругости, E_∞ - модуль вязкоупругости.

При этом, если в качестве релаксационной функции $\varphi_{\varepsilon t}$ выбрать интеграл вероятностей ИВ, то формула (6) примет вид:

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{1}{a_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} - \frac{z^2}{2}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz . \quad (7)$$

В случае выбора других релаксационных функций, получаем:

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right) \right) - \quad (8)$$

для функции НАЛ,

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \cdot \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{th} \left(\frac{A_{n\varepsilon}}{2} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right) \right) - \quad (9)$$

для функции ГТ и

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \cdot \left(1 - e^{-\left(t/\tau_\varepsilon \right)^{k_{n\varepsilon}}} \right) \quad (10)$$

для функции ФК.

В формулах (7) - (10): τ_ε - время релаксации, зависящее от деформации ε ; константы $a_{n\varepsilon}$, $b_{n\varepsilon}$, $A_{n\varepsilon}$, $k_{n\varepsilon}$ - характеризуют интенсивность процесса релаксации и зависят от свойств исследуемого образца текстильного эластомера; индекс n указывает на то, что выбрана нормальная логарифмическая шкала приведенного времени.

Несомненным достоинством моделей (6) - (10) является то, что они содержат наименьшее возможное число параметров, имеющих определенный физический смысл:

- $E_0 = \lim_{t \rightarrow 0} (\sigma(\varepsilon, t)/\varepsilon)$ - модуль упругости, характеризующий квазимгновенное значение модуля релаксации, то есть его значение в начале процесса релаксации;

- $E_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} (\sigma(\varepsilon, t)/\varepsilon)$ - модуль вязкоупругости, характеризующий квазиравновесное значение модуля релаксации, то есть его значение в конце процесса релаксации;

- структурные параметры $a_{n\varepsilon}$, $b_{n\varepsilon}$, $A_{n\varepsilon}$, $k_{n\varepsilon}$ характеризуют скорость (интенсивность) процесса релаксации;

- время релаксации $\tau_\varepsilon = \tau(\varepsilon)$ характеризует время прохождения половины процесса релаксации при заданном значении деформации ε .

Учитывая, что модуль релаксации определяется формулой (1), получаем простейшие выражения для прогнозирования изменения напряжения при релаксации:

$$\sigma(\varepsilon, t) = E_0 \cdot \varepsilon - (E_0 - E_\infty) \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{1}{a_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} - \frac{z^2}{2}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \quad (11)$$

для функции ИВ,

$$\sigma(\varepsilon, t) = E_0 \cdot \varepsilon - (E_0 - E_\infty) \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right) \right) - \quad (12)$$

для функции НАЛ,

$$\sigma(\varepsilon, t) = E_0 \cdot \varepsilon - \frac{E_0 - E_\infty}{2} \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + th \left(\frac{A_{n\varepsilon}}{2} \cdot \ln \left(\frac{t}{\tau\varepsilon} \right) \right) \right) - \quad (13)$$

для функции ГТ и

$$\sigma(\varepsilon, t) = E_0 \cdot \varepsilon - (E_0 - E_\infty) \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - e^{-\left(t/\tau\varepsilon\right)^{k_{n\varepsilon}}} \right) - \quad (14)$$

для функции ФК.

Формулы (11) - (14) являются простейшими и не учитывают наследственного характера процесса релаксации, поэтому ими можно пользоваться только для контроля получаемых характеристик релаксации.

Для прогнозирования сложных релаксационных процессов с изменяющимся во времени значением приложенной деформации ε следует пользоваться определяющим интегральным соотношением Больцмана-Вольтерра, которое имеет следующий вид:

$$\sigma_t = E_0 \varepsilon_t - (E_0 - E_\infty) \cdot \int_0^t \varepsilon_\theta \cdot \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta, \quad (15)$$

где t - время, ε_t - деформация, σ_t - напряжение, E_0 - модуль упругости, E_∞ - модуль вязкоупругости, $\varphi'_{\varepsilon t}$ - ядро релаксации, соответствующее одной из нормированных функций (2) - (5), либо аналогичных.

На основе численного решения интегрального уравнения (15) осуществляется прогнозирование процессов релаксации текстильных эластомеров. Полученные численные характеристики изменяющегося напряжения в ходе процесса релаксации текстильных эластомеров могут быть использованы для проведения качественной оценки функциональных и эксплуатационных свойств указанных материалов на основе системного анализа этих свойств.

Таким образом:

1. Для описания процессов релаксации медицинских текстильных эластомеров были предложены четыре варианта математических моделей.

2. Разработаны методы численного прогнозирования процессов релаксации медицинских текстильных эластомеров с учетом предложенных вариантов математических моделей.

3. Предложены методики проведения системного анализа функциональных и потребительских свойств медицинских текстильных эластомеров с целью качественной оценки этих свойств и повышения конкурентоспособности указанных материалов.

Работа финансировалась в рамках выполнения гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований, Проект № 18-31-00186.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ
С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
DEVELOPMENT OF METHODS FOR SYSTEM ANALYSIS OF DEFORMATION
PROCESSES OF TEXTILE MATERIALS OF COMPLEX STRUCTURE IN ORDER TO
PREDICT THEM**

**Егорова Марина Авинировна, Переборова Нина Викторовна,
Макаров Авинир Геннадьевич
Egorova Marina Avinirovna, Pereborova Nina Viktorovna,
Makarov Avinir Gennadevich**

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design
(maregoro@mail.ru, nina1332@yandex.ru)*

Аннотация: На основе методов системного анализа вязкоупругих свойств текстильных материалов сложного строения разрабатываются аналитические и компьютерные методики прогнозирования деформационных процессов. Выбор аналитического варианта нормированной релаксационной функции и функции ползучести производится на основе критерия оптимальности математической модели вязкоупругости.

Abstract: analytical and computer methods for predicting deformation processes are developed on the basis of methods of system analysis of viscoelastic properties of textile materials of complex structure. The choice of the analytical variant of the normalized relaxation function and the creep function is made on the basis of the optimality criterion of the mathematical model of viscoelasticity.

Ключевые слова: системный анализ, деформационные процессы, текстильная и легкая промышленность, материалы текстильной и легкой промышленности, деформационные процессы.

Keywords: system analysis, deformation processes, textile and light industry, textile and light industry materials, deformation processes.

Прогнозирование деформационных процессов текстильных материалов ведется на основе решения интегрального соотношения Больцмана-Вольтерра

$$\sigma_t = E_o \varepsilon_t - (E_o - E_\infty) \cdot \int_0^t \varepsilon_\theta \cdot \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta \quad (1)$$

для процесса нелинейно-наследственной релаксации и

$$\varepsilon_t = D_o \sigma_t + (D_\infty - D_o) \cdot \int_0^t \sigma_\theta \cdot \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta \quad (2)$$

для процесса нелинейно-наследственной ползучести.

Отличие математической модели с функцией нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ):

$$E_{\varepsilon t} = E_o - (E_o - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t}, \quad \varphi_{\varepsilon t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right), \quad (3)$$

$$D_{\sigma t} = D_o + (D_\infty - D_o) \varphi_{\sigma t}, \quad \varphi_{\sigma t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{n\sigma}} \ln \frac{t}{\tau_\sigma} \right), \quad (4)$$

(где t - время, $1/b_{n\varepsilon}$ - параметр интенсивности процесса релаксации, $1/b_{n\sigma}$ - параметр интенсивности процесса ползучести, τ_ε - время релаксации, τ_σ - время запаздывания, $E_{\varepsilon t} = \sigma/\varepsilon$ - модуль релаксации, E_0 - модуль упругости, E_∞ - модуль вязкоупругости, $D_{\sigma t} = \varepsilon/\sigma$ - податливость, D_0 - начальная податливость, D_∞ - предельная равновесная податливость, ε - деформация, σ - напряжение) от ранее рассматривавшихся состоит в возможности расширения доверительного прогнозирования деформационных процессов как в сторону "больших" времен (длительные процессы), так и в сторону "малых" времен (кратковременные процессы), причем в данном случае погрешность прогноза уменьшается за счет снижения влияния квазимгновенного фактора в начале процесса. Если при прогнозировании "средних" по длительности процессов (10^{-1} мин. $< t < 10^2$ мин.) модели с функциями ИВ, ФК, ГТ и НАЛ применительно к синтетическим нитям дают близкие прогнозы, то особая роль функции НАЛ проявляется при прогнозировании "длительных" процессов (10^2 мин. $< t < 10^4$ мин.) и "быстротекущих" (10^{-2} мин. $< t < 10^{-1}$ мин.). Кроме того, применение функции НАЛ предпочтительно при прогнозировании деформационных процессов материалов со сложной структурой ввиду более широких спектров релаксации и ползучести.

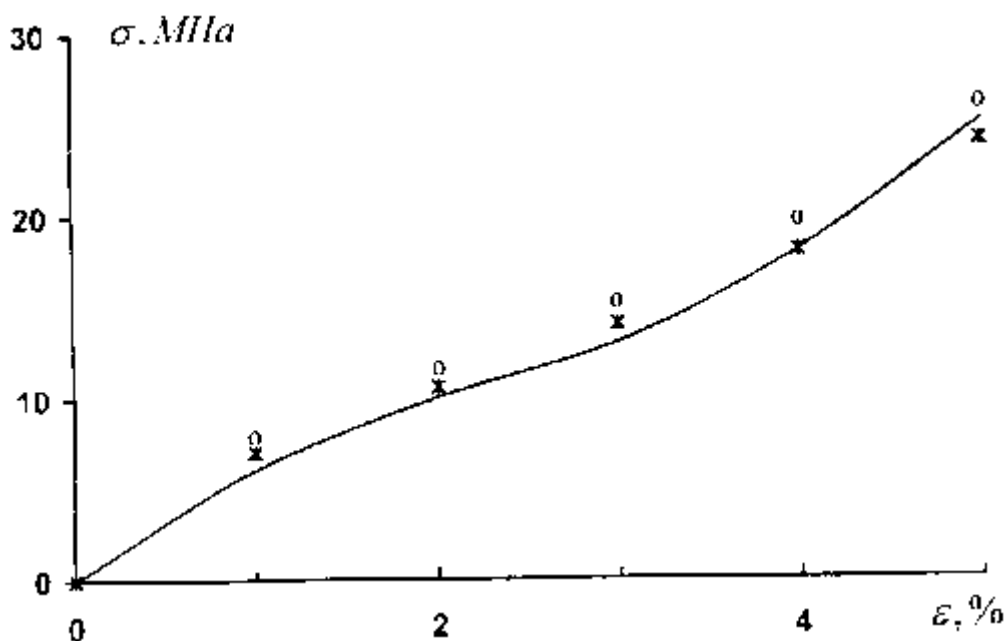


Рисунок 1 - Диаграмма растяжения лавсановой нити, $T = 20^\circ C$ при скорости деформирования $\dot{\varepsilon} = 0,083 c^{-1}$ (сплошная линия - эксперимент, о - расчет до коррекции,

* - расчет после коррекции диаграммы по точке экспериментальной диаграммы $\varepsilon = 4\%, \sigma = 18,7 MPa$)

Разработаны также методики уточнения расчетных диаграмм растяжения посредством коррекции функции времен релаксации по контрольным точкам экспериментальной диаграммы с целью уточнения параметров математической модели (рис.1). Расчетные диаграммы тем ближе к экспериментальным, чем большее число точек экспериментальной диаграммы выбирается для коррекции. При этом, корректируя расчетную диаграмму, соответствующую некоторой скорости, мы получаем заметное улучшение расчетных диаграмм, построенных для других скоростей. Этот факт говорит об устойчивости данного метода, о методически правильно поставленной задаче и способе ее решения. Предложенный метод коррекции расчетных диаграмм растяжения по точкам экспериментальной диаграммы и его компьютеризация повышают надежность полученных

расчетных значений вязкоупругих характеристик.

Особая роль функции НАЛ видна также при прогнозировании высокоскоростного растяжения, соответствующего "быстротекущему" процессу, где наиболее важной и сложной для прогнозирования является область "малых" времен.

Предложены методики разделения механической работы деформирования - на упругую и поглощаемую компоненты, а также соответствующей ей деформации - на упруго-обратимую и вязкоупруго-пластическую компоненты (рис.2, рис.3). Введение поправок на необратимый компонент деформации позволяет условно разделить вязкоупруго-пластическую компоненту деформации на вязкоупругую и пластическую компоненту, повысить точность, а, следовательно, и надежность прогнозирования как простых, так и сложных нелинейно-наследственных вязкоупругих процессов.

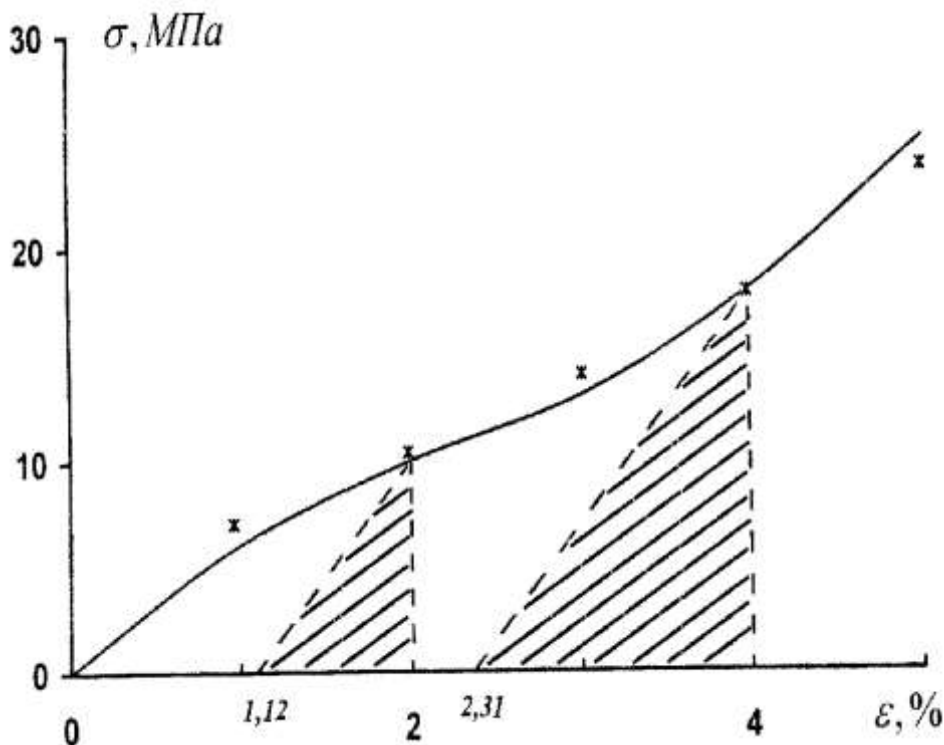


Рисунок 2 - Разложение полной деформации ε_t лавсановой нити, $T = 40^\circ C$ по процессу равномерного растяжения со скоростью $\dot{\varepsilon} = 0,083 c^{-1}$ на упругую ε_{to} и вязкоупруго-пластическую ε_{tt} компоненты (* - расчетные точки диаграммы)

Степень близости значений упругих компонент механической работы деформирования или соответствующих ей упругих компонент деформации, получаемых по измеряемой и прогнозируемой диаграмме растяжения, служит средством определения надежности прогнозирования физико-механических свойств материалов [59-67].

Разработаны методики определения параметров релаксации и ползучести в заданном диапазоне температуры. В основе указанных методик лежит гипотеза о линейной зависимости деформационно-временных и сило-временных функций от температуры, подтвержденная экспериментально для некоторых классов исследуемых материалов. Исходя из обработки экспериментальных "семейств" релаксации и ползучести, полученных для нескольких фиксированных значений температуры, задаются линейные преобразования деформационно-временной и сило-временной функций, позволяющие аппроксимировать указанные функции для заданного диапазона температур. Аналогично, линейным образом аппроксимируются другие параметры деформационного процесса (модули упругости и вязкоупругости, начальная и предельно-равновесная податливости, структурные параметры

интенсивности процессов) [68-76].

По разработанным методикам определения параметров релаксации и ползучести в заданном диапазоне температур создано программное обеспечение, позволяющее автоматизировать вычислительный процесс.

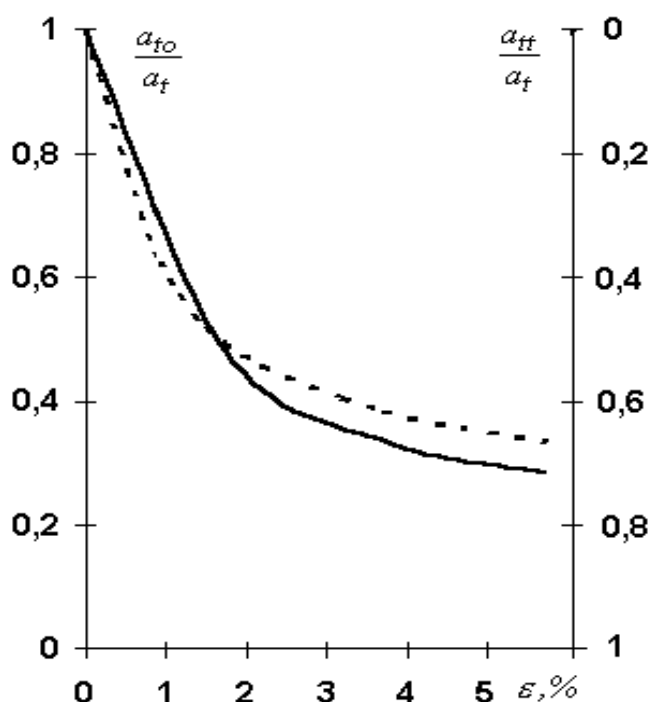


Рисунок 3 - Относительные доли упругой и поглощаемой компоненты механической работы деформирования лавсановой нити, $T = 20^{\circ}C$ для скорости деформирования $\dot{\varepsilon} = 0,083c^{-1}$ (сплошная линия - расчет, пунктир - выделение из экспериментальной диаграммы растяжения)

На основе нелинейно-наследственного уравнения вязкоупругости (1), (2) разработаны интегральные критерии правдоподобия определяемых вязкоупругих параметров, позволяющие контролировать как точность их определения, так и достоверность прогнозирования деформационных процессов. Рассмотренные критерии могут также использоваться для подтверждения достоверности определения среднестатистических времен релаксации и запаздывания, которые не подлежат непосредственному определению из эксперимента, а могут быть определены только методами математической физики. Применение вычислительной техники позволяет существенно снизить трудоемкость вычисления нелинейно-наследственных интегралов в виде интегральных сверток [77-89].

Указанные интегральные критерии являются наглядным средством наилучшего выбора нормированной функции из числа предложенных. Они носят универсальный характер, так как, с одной стороны, являются критериями достоверности выбора нормированных функций релаксации и ползучести, а, с другой стороны, являются критериями правдоподобия определяемых вязкоупругих характеристик [90-98].

Таким образом:

1. Методы наследственной механики полимеров, применявшиеся ранее к синтетическим нитям, оказались применимыми и для решения задач нелинейно-наследственной вязкоупругости текстильных материалов сложного макростроения.

2. При исследовании свойств и прогнозировании нагруженных состояний сложных текстильных объектов, в отличие от нитей более простого строения, наиболее продуктивной, по сравнению с изученными вариантами релаксационных функций и функций ползучести, является функция НАЛ.

3. С учетом специфики сложного строения текстильных нитей разработаны аналитические и компьютерные методики исследования их физико-механических свойств, в том числе:

- методики определения параметров релаксации и ползучести, включая времена релаксации и запаздывания;

- методики прогнозирования нелинейно-наследственных процессов релаксации и ползучести, включая деформационно-восстановительные процессы и процессы обратной релаксации;

- методики выделения упругой компоненты механической работы деформирования, как непосредственно из диаграмм растяжения, так и расчетным прогнозированием;

- методики интегральных критериев правдоподобия определяемых вязкоупругих параметров;

- методики определения спектров релаксации и ползучести и др.

Работа финансировалась в рамках выполнения гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований, Проект № 19-38-90068

УДК 502.42

БИОСФЕРНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ПРОЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА BIOSPHERE TERRITORIES OF HUMAN HABITATION

**Горохов Юрий Иванович
Gorokhov Yuri Ivanovich**

*Союз Архитекторов России
Russian architects Union
(yi-gorohov@yandex.ru)*

Аннотация: На сегодняшний день в России существует примерно 400 Поселений Родовых Поместий. Сама тема - что такое Родовое Поместье, что такое природное планирование, возвращение к истокам, имеет очень глубокие мысли, понимания, корни. И чтоб рассказать об этом надо несколько часов или дней. Я постараюсь коротко дать хотя бы понимание того, что мне удалось сделать. Это моя практика, это мои исследования.

Abstract: today in Russia there are about 400 Settlements of Ancestral Estates. The theme itself-what is the Family Estate, what is natural planning, returning to the origins, has very deep thoughts, understanding, roots. And to tell about this need to several hours or days. I will try to briefly give at least an understanding of what I was able to do. This is my practice, this is my research.

Ключевые слова: биосферные теории, человек, поместье, природные ресурсы.

Keywords: biosphere theories, person, estate, natural resources.

За последние 50 лет потеряно 50% природных ресурсов Планеты. Двигаясь такими «темпами», сколько еще нам осталось лет жить? Что мы оставим своим детям, внукам? ...

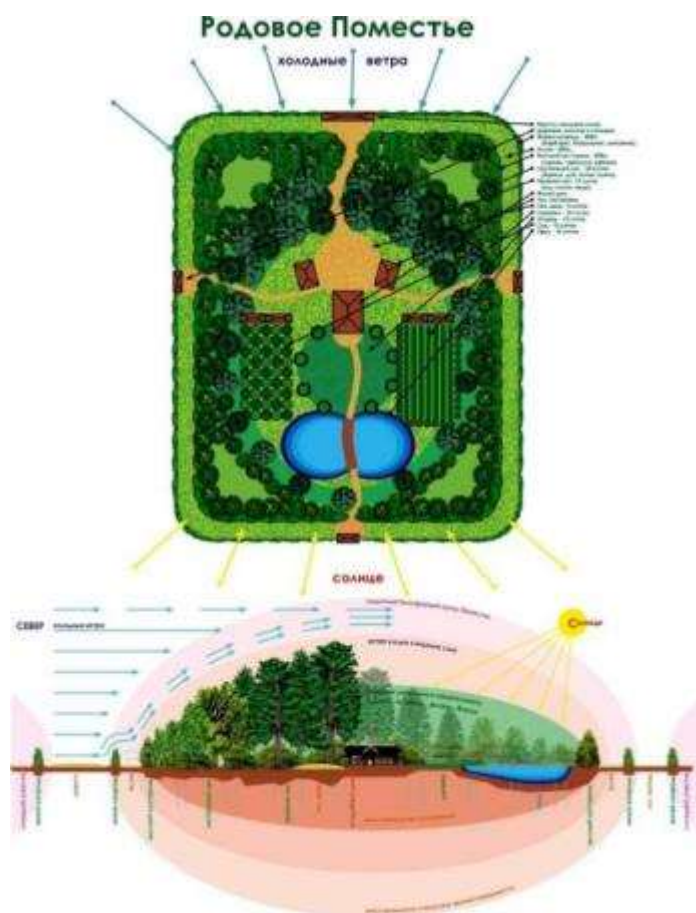
Что такое экология? Это наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Задачи экологии - сохранить хотя бы то, что осталось. Достаточно ли это на сегодняшний день? Спасем ли мы Цивилизацию? Спасём ли мы Человечество? Я думаю, этого уже совершенно недостаточно. А если мы подумаем, как нам сделать более эффективные действия в этом направлении, то это воссоздать то, что было хотя бы 50, 100 лет назад. Есть ли ещё вариант, более эффективный, более быстрый, по воссозданию и восстановлению Планеты? Мои исследования позволили сделать вывод на реальной практике, на реальных данных.

Это - ВОССОЗДАНИЕ ПРИРОДЫ БЛИЗКОЙ К ИЗНАЧАЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ.

Как это сделать? Сказка это, или быль? Возможно это или нет?

Поскольку мы архитекторы, то мы работаем не только с объектами, а мы работаем с пространством. Это пространство жилое, общественное. Это пространство территории. Это пространство страны и Планеты.

У меня 3га земли. Мы оформили землю на каждую семью в 2007г.. Можно на своём участке земли в Родовом Поместье создать природную среду, близкую к изначальному состоянию. На гектаре земли, по определенным принципам планируя свой участок, высаживая живую изгородь и лес, обустроивая пруд, можно создавать свой микроклимат. Этим можно достичь очень серьезных результатов, которых по моим данным, пока не существует.



На картинке показано Родовое Поместье, план и вид сбоку или разрез, как создаётся Биосферный Купол.

Что такое Биосфера? Это тонкая прослойка поверхности Земли, где есть живая природа, живая материя, живые организмы, включая человека.

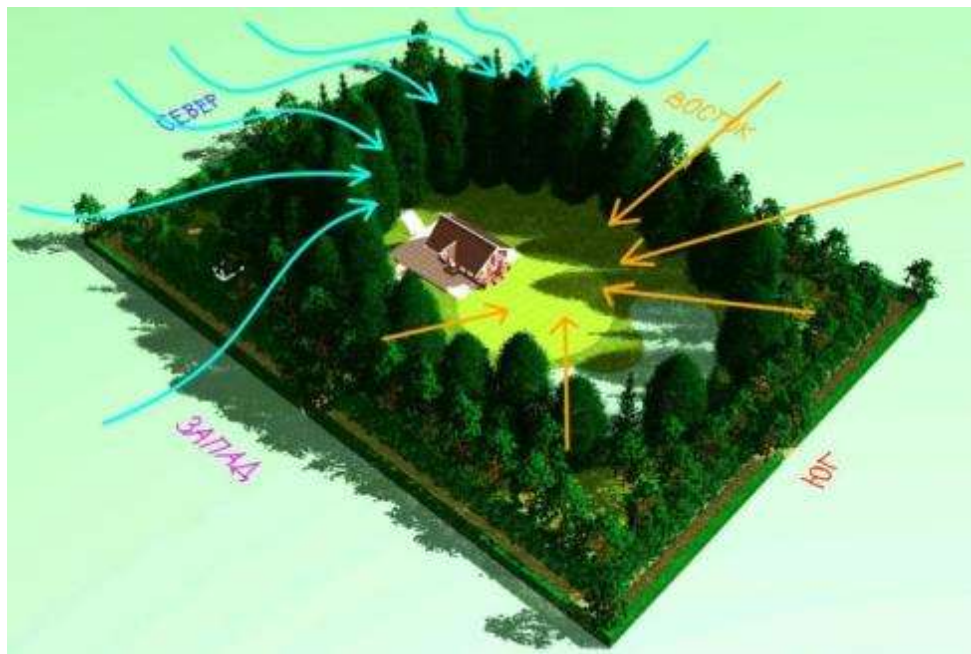
Я попытаюсь очень кратко объяснить несколько важных аспектов, которые применил в своей практике. И это реальные результаты.

Планируем территорию таким образом – по границе участка мы делаем небольшую канаву для отвода вешних и дождевых вод, это защита от водной эрозии; по краю участка мы высаживаем живую изгородь (барбарис, пузыреплодник, шиповник, ...); дальше, ближе к центру, высаживаем более высокие кустарники (сирень, рябина, черемуха); потом, ещё ближе к центру, лиственный лес; и уже непосредственно вокруг полянки, расположенной в центре участка, и напоминающей образ полянки в лесу, высаживаем хвойники, это ель, сосна, кедр. Ель ниже сосны, сосна ниже кедра. Лес имеет свойство термоса. Такой посадкой, которая создает именно Купол над поместьем, мы делаем очень эффективную защиту от ветровой эрозии, т.е. направляем ветра в более высокие воздушные слои, учимся

управлять ветрами. При создании микроклимата обязательно наличие пруда. Это термоаккумулятор, который не позволяет происходить большим перепадам температур, суточным и сезонным, т.е. эффективно защищаем свой участок от засух и заморозков. С южной стороны мы открываем пространство для проникновения солнца внутрь участка. Таким образом создается Солнечный Ловушка.

Далее. До нас земля, как правило, обрабатывалась. Она истощена, насыщена химикатами, ничего живого в ней не осталось. И когда мы приходим на землю, то, как правило, начинает бурно расти сорняк и бурьян. Почему они горькие? Потому что они перерабатывают на молекулярном уровне всю ту химию, которая находится в земле, и которая вносилась десятилетия, а может и столетия. Когда сорняк сделал свою работу, он сам уходит через полтора-два года. У меня после сорняка всё поле было в одуванчиках. Одуванчик ещё на более тонком уровне доперерабатывает то, что осталось в земле. После одуванчика все поле было в ромашках. И уже после ромашки пошло бурное разнотравье. Таким образом создались условия для жизни микроорганизмов в земле. Всё что я вам рассказываю, на самом деле так и было. Всё правда.

Здесь показана 3D модель Родового Поместья, как это выглядит сверху –



Итак:

защита от водной эрозии	- раз,
защита от ветровой эрозии	- два,
посадка кустарников, леса, это термос	- три,
живой пруд, это термоаккумулятор	- четыре,
реновация травяного покрова	- пять,
полянка в лесу, открытая солнцу	- шесть,
создание уникального микроклимата	- семь.

В итоге, все это в комплексе и совокупности создает Природный Баланс, замкнутую Экосистему, ЗАПУСКАЕТ естественный и невероятно эффективный процесс восстановления почвы и Воссоздания Природы, близкой к Изначальному Состоянию.

Уже через три - четыре года мною был ошутим это процесс.

На картинке вверху 2007-2009 годы, когда мы пришли на землю. Поле было просто пустое. Был пожар. Внизу последний снимок. Это то, что сейчас происходит. Это панорамные снимки. Мы вдвоём посадили порядка 4000 саженцев живой изгороди, кустарников, лиственных деревьев и хвойников.

Так сейчас выглядит участок. Появились десятки, потом сотни полей полевой клубники и земляники. Огромное количество грибов. Я их не сажал, не поливал и не ухаживал за ними. Примерно за полтора часа я собираю на своём участке три - четыре ведра грибов, обойдя всего лишь десятую его часть. Если бы я обошел весь участок, то собрал бы не менее 10 ведер.

Мы сделаем небольшой подсчет и попробуем внимательно разобраться в происходящем. Современные методы ведения сельского хозяйства. Если мы сажаем, например, пшеницу в средней полосе, то средняя урожайность - 30 центнеров с гектара. Это 3 000 килограмм. Цена самая выгодная примерно 10 руб. килограмм. 3 000 кг умножаем на 10 руб., получается **30 000 руб. с гектара - валовый оборот при традиционном способе ведения сельского хозяйства**. Мы понимаем, что здесь ещё заложены ГСМ, трактора, полив, удобрения, ядохимикаты, зарплата, накладные расходы, и т.д.

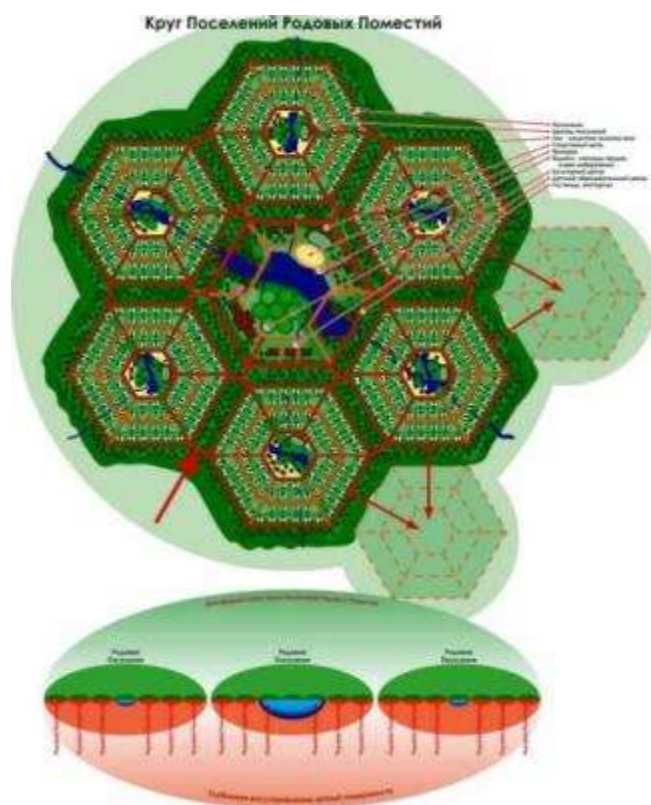
Теперь посчитаем, что только на грибах мы в валовом выражении можем получить. Я не говорю, что есть сад 5-10 соток, огород 5-10 соток, будут и теплицы, и вегетарии... Итак, 30 кг грибов я собрал когда обошел лишь десятую часть своего участка. Если бы я обошел весь участок, то собрал бы ведер 10. Десять ведер в неделю, в месяц я собираю гипотетически 40 ведер. В сезон я соберу порядка 100 ведер или 1000кг. Цена продажи свежих грибов примерно 200 руб. за кг. Теперь умножаем 1000 кг на 200 руб. Получаем **200 000 руб.!** **Сравниваем 30т.р. и 200т.р.!**

Я не имею ни механизмов, ни тракторов, не поливаю, не удобряю... Просто своими руками собираю продукт, который в 10, а то и в 20 или 30 раз больше в валовом выражении, чем при обычном способе ведения сельского хозяйства. Если мы добавим сюда все остальные виды производства продуктов, то представьте, какой потенциал имеет создание Биосферного Купола в Родовом Поместье! А это еще жизненное пространство семьи, детей и внуков.

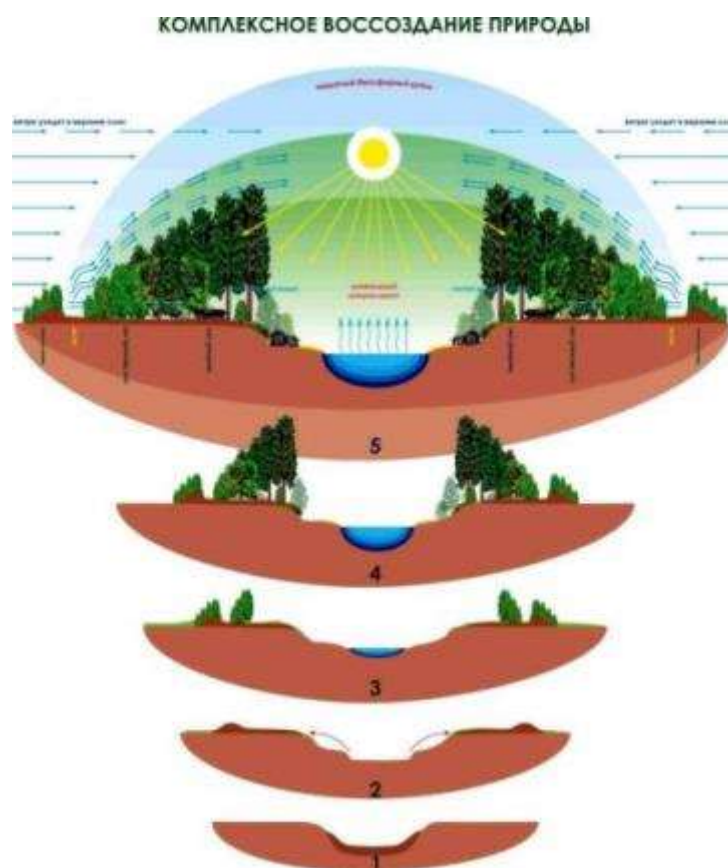
Это ваш покорный слуга. Съемка с одного места сосны, которую посадил в 2007г.. Последняя фотография 2018 года -

Еще несколько картинок. Они идеалистичны. Но это как принцип, как база планирования и создания уже поселений. Это Поселение Родовых Поместий.

Это Круг Поселений Родовых поместий –



Уже убедившись на таких эффективных методах создания Биосферного купола, мы можем применить его воссоздавая погибшие реки на ныне пустующих поймах -



И в местах экологических, техногенных катастроф, и в пустынях, и на экстремальных климатических территориях создавая Биосферный Купол, мы можем воссоздавать природу, близкую к изначальному состоянию.

Вопрос. Сколько же это все может стоить? Сколько нужно трудозатрат? Так вот. Мы за все время потратили около 40т.р. только на посадку элитного сада. Все остальное мы садили сами и очень эффективно, по 200-300 саженцев в день.

Рязань. 2013 г. Микромодель Будущей России ПРАВЕДЬ -

Слева план наших пяти поселений, общей площадью 500га. Создается шестое поселение. Есть перспектива для еще как минимум двух поселений. В центре наших поселений должна быть инфраструктура, а это – Дом культуры, город мастеров, ярмарка, площадь праздников и народных гуляний, школа, оздоровительный центр и т.д.

На территории нескольких поселений мы можем создавать локальную или поместную экономику на основе потребкооперации. Можем создавать автономное инженерное обеспечение и возобновляемые источники энергии. Таким образом мы можем уходить от экологических, техногенных, экономических и финансовых мировых катастроф.

При создании таких поселений обязательно нужно учитывать культуру и традиции народов, проживающих на данной территории. Это возрождение культуры, знаний предков, человеческих ценностей, возвращение к истокам, возрождение пониманий законов мироздания.

На наших землях предполагалось сделать Подворье Троице-Сергиевой Лавры.

Далее проекты наиболее значимые, сделанные на территории России.

Казачья станица и Поселение Родное на Дальнем Востоке, в 50км от Владивостока.

Байкал-Ольхон. Парка Мира.

Зеленое Ожерелье Байкала.

Бурятия. Тункинская долина. Визит-Центр Биосферный Парк ШУЛУТЫ.

Байкал. Биосферный Парк ЭНХЭЛУК.

Пермь. Агропарк СТРОГАНОВСКИЙ.

На территории 2000га, а я исследовал территорию 10 на 10км, 10000га, Концепция как новый подход к Биосферному планированию территорий проживания человека.

Самара, Центр образовательного туризма Поселения Родовых Поместий Гагарин.

Эта работа для Рязани, для Фестиваля Древних Городов.

Рязань, Биосферный Парк ЧЕРЕЗОВСКИЕ ПРУДЫ.

Мы должны что-то делать в городах? Мы можем применять этот принцип преобразовывая территории городов, создавать Природные Биосферные Парки. В одном из районов Рязани была пойма где остались пруды. В одном из прудов круглый год живут утки уже 50 лет. Было предложено на этой территории создать Биосферный Парк.

Ижевск, конкурсный проект на застройку жилого квартала.

Не закончен. На территории 8га предложение, как можно планировать жилые образования, общественные центры, применяя принцип Биосферного Купола, создавая уникальную природную среду в городах.

Рязань. Творческий Центр Русская Речь.

Рязань. Культурно-Историческо-Туристический Центр СЕМЬ СОБОРОВ –



ИТАК

Биосферный Купол Поместья

Биосферные Поселения

Биосферные районы

Биосферные регионы

Биосферный страны

Биосферные материка и ...

ЖИВАЯ ПЛАНЕТА И БИОСФЕРНАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ

<https://vk.com/public186620658>

<https://yadi.sk/d/VnB7Wawnoi74BA>

**МАТРИЦА ФУНКЦИОНАЛОВ УСТОЙЧИВОГО
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
MATRIX OF FUNCTIONS OF SUSTAINABLE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT**

**Сперанский Анатолий Алексеевич, Туполева Вера Михайловна,
Фурник Алексей Юрьевич
Speransky Anatoly Alekseevich, Tupoleva Vera Mikhailovna,
Furnik Aleksey Yuryevich**

*Российская инженерная академия
The Russian Academy of Engineering
(e-mail: vibro-vector@yandex.ru)*

*Сегодня знания и умения - единственный
источник конкурентного преимущества ...
Сегодня оно там, где находятся лучшие мозги. Все
остальное - не считается
Лестер Туроу, известный экономист*

Аннотация: Учеными Российской инженерной академии в развитие учения о неравновесности, являющегося основой феномена эволюции, сформирована парадигма устойчивого развития Социума на основе 3D-связанных цивилизационных функционалов жизнедеятельности в ноосферной системе «Природа - Общество - Человек».

Abstract: Scientists of the Russian Academy of engineering in the development of the doctrine of nonequilibrium, which is the basis of the phenomenon of evolution, formed a paradigm of sustainable development of Society on the basis of 3D-related civilizational functional activity in the noosphere system "Nature - Society - Man".

Ключевые слова: устойчивое развитие, цивилизационный функционал, глобальные угрозы, Гражданское общество.

Key words: sustainable development, civilizational functionality, global threats, Civil society.

Впервые представленная цивилизационная матрица (ЦМ) является интеллектуальным кибернетическим инструментарием адекватного наблюдения, объективного анализа и эффективного управления безопасным комфортным благосостоянием Граждан и Общества.

Цивилизационная матрица является актуальной самодостаточной цифровой динамической моделью оптимизации экономики в интересах Гражданского общества. Координатная триада знаний о Природе, Обществе и Человеке системно реализует фундаментальные научные ноосферные функционалы, а узловые координатные пересечения в выбранной пространственной 3D-системе координат образуют прикладные Цифровые информационно-аналитические предиктивные платформы наблюдения, предупреждения и преодоления глобальных угроз Природе и жизнедеятельности Человека в Обществе.

Цивилизационная матрица как информационно-аналитический инструментарий должна вбирать в себя весь жизненный цикл знаний от идеи до востребованных обществом продуктов - актуальных товаров и услуг. Приоритетными должны быть креативные синтезированные интеллектом продукты с наибольшим индексом снижения уровня до полного устранения глобальных угроз жизнедеятельности, удовлетворяющие требованиям экологической безопасности, энергоэффективности, ресурсосбережения и импорто-независимости.

Цивилизационная 3D-матрица в координатах «I. Гармоничные потребности Человека» - «II. Приоритеты развития Общества» - «III. Глобальные угрозы среде обитания / Природе» представлена на рисунке 1.

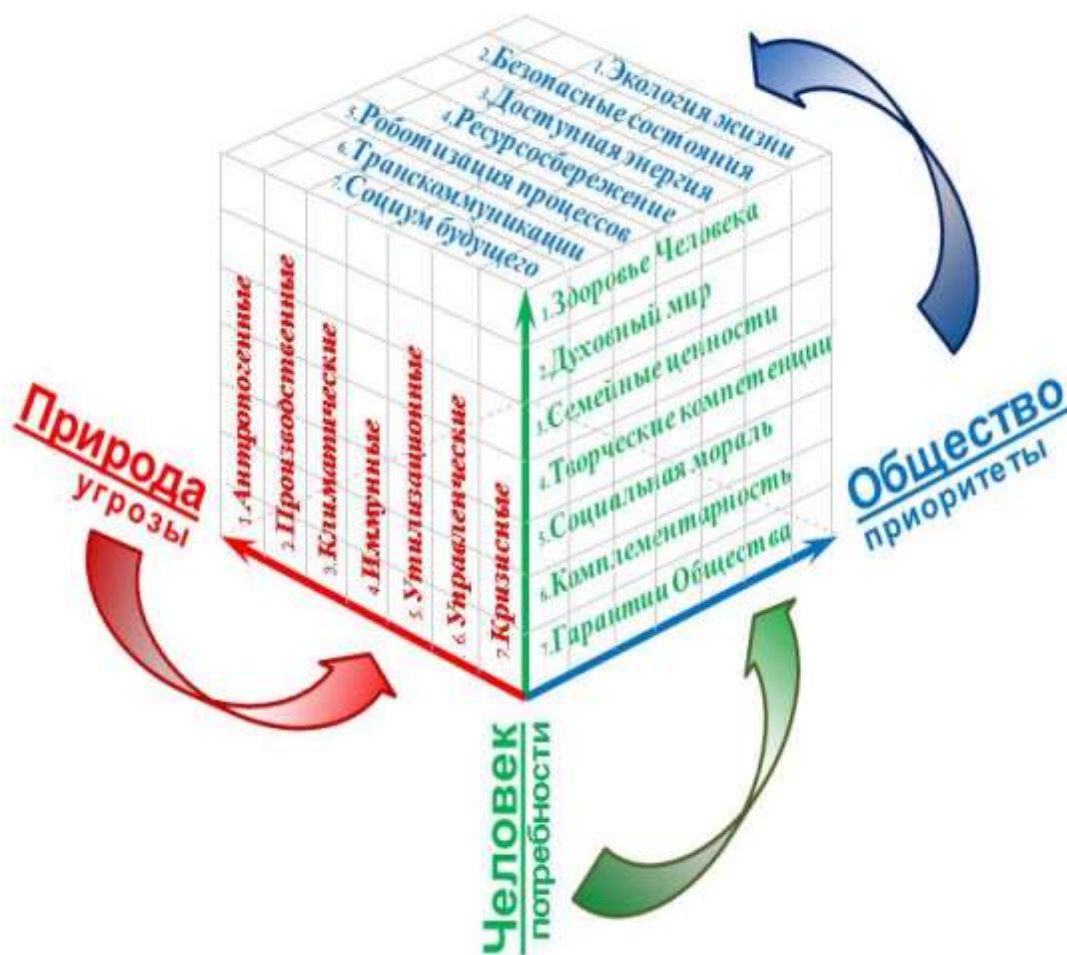


Рис.1. Цивилизационная матрица устойчивого социально-экономического развития

Цивилизационная матрица представляет собой многослойную динамическую социально-экономическую модель самоорганизации Гражданского общества и является интеллектуальным инструментом достижения основной цели научно-инженерной деятельности - формирования, обустройства и модернизации среды обитания и жизнедеятельности Человека, обеспечивающие здоровое и безопасное взаимодействие его с Природой и Обществом.

С введением времени в структуру понимания новых областей реальности в экономике возможно эффективно моделировать траектории социальных процессов, ориентированных на семь первоочередных тактических действий:

- Всестороннее привлечение внимания Общества к вопросам безопасного и комфортного жизнеустройства граждан России, формирование стремления к гармоничному развитию всех сфер жизни, каждого Гражданина и Нации в целом в качестве Русской национальной идеи.
- Создание постоянно действующей системы Гражданских институтов развития для наработки, поддержки и обеспечения реализации социально значимых идей, методов, проектов и программ устойчивого социально-экономического развития.
- Системная научно-практическая поддержка Гражданским обществом творческих инициатив молодежи, формирования новой комплементарной Нации.
- Формирование комплементарной консолидации научно-технологического, гуманитарного и делового сообщества в понимании проблем формирования нового жизнеустройства.
- Поддержка в реализации творческих инициатив в сфере общественной консолидации и многоуровневой самоорганизации неправительственных программ развития территорий и страны в целом.

- Национальная консолидация профессиональных научно-инженерных сообществ с целью возврата научно-технологического лидерства России.
- Развитие и совершенствование философии социал-комплементаризма в качестве Гражданской морали общества и поведенческой методологии Граждан.

В качестве гражданско-правового методологического обеспечения разработаны философские основы формирования и реализации Гражданской комплементарности:

- понимание необходимости выхода из всеобщего цивилизационного кризиса путем создания многофакторного органично-взаимосвязанного базиса системного комплементаризма Гражданских обществ, в первую очередь, со структурами национального государственного управления и межгосударственных взаимодействий;
- осознанное стремление народов к системной самоорганизации и саморазвитию Социума, а также реконструкции отношений со всеми ветвями власти;
- формирование институционального обеспечения гарантий главенства интересов Гражданского общества на основе методологии общесистемного социального комплементаризма (МОСК), принятой к реализации Федерацией Системы Гражданского Общества России (ФСГОР);
- трансформация в зрелую форму системно комплементарной Нации, что является сутью социал-комплементаризма (СК), именуемого Великим Социальным Синтезом (ВСС);
- социально-комплементарная системная инжиниринговая кластерная организация лидирующего новационного развития естественнонаучных, индустриально-технологических и гуманитарных знаний в качестве инструмента эффективного социально-экономического развития Нации;
- устранение мотивации и механизмов достижения успеха или личных целей ценой глобального противостояния с Обществом или Природой.
- системная комплементарность Человека с Обществом, Природой и Лидером Нации - Президентом процветающего Гражданского общества России.

Список литературы

1. Умников В.Н. Теоретические основы и практика социал-комплементаризма Нации, www.fc SSR,nguno.org.

УДК 504.03

ФАКТОР ГЛОБАЛЬНЫХ УГРОЗ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ GLOBAL THREAT FACTOR IN SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

Сперанский Анатолий Алексеевич
Speranskiy Anatoly Alekseevich

Российская инженерная академия
The Russian Academy of Engineering
(e-mail: vibro-vector@yandex.ru)

Аннотация: Представлен современный системный подход к преодолению глобальных антропогенных угроз земной цивилизации, возникших вследствие установленного глобалистами международного финансового порядка и приведших мировое сообщество к глубокому кризисному состоянию экономик большинства стран и народов.

Abstract: the paper presents a modern systematic approach to overcoming global anthropogenic threats to the earth's civilization that arose as a result of the international financial order established by the globalists and led the world community to a deep crisis state of the economies of most countries and peoples.

Ключевые слова: устойчивое развитие, цивилизационный функционал, глобальные угрозы, Гражданское общество.

Key words: sustainable development, civilizational functionality, global threats, Civil society.

Главенствующая при капитализме доктрина потребительства, стяжательство, коррупция и агрессия силы, преобладающие в деловых и международных отношениях в современном мире, привели к утрате моральных ценностей, социальной справедливости, ответственности власти и бизнеса перед Гражданским обществом. России этот исторический сценарий стоил не только потери лидирующих позиций в науке, образовании и практически всех отраслях промышленности, но и утраты территорий, деградации социальной сферы, критического падения уровня жизни и национальной демографии.

Преодоление глубочайшей депрессии мировой либеральной экономики, по некоторым оценкам представляющей реальную угрозу существованию земной цивилизации, видится через новое социально-комплементарное жизнеустройство путем формирования цивилизованных поколений, деятельность которых направлена на СЛУЖЕНИЕ идеалам Гражданского общества. **Активная интеграция** современных самосохранившихся структур инженерных сообществ вместе с научно-образовательной элитой России может и должна реально возродить **исторически подтвержденный высочайший творческий потенциал русского народа**, позволит вернуть **мировое научно-технологическое лидерство России** и обеспечить **социально-экономическое лидерство и процветание Нации**. Технологическое лидерство экономики обеспечит высокий уровень жизни Общества в целом и социальные гарантии каждому достойному Гражданину персонально, с неперенным учетом **интересов будущих поколений**.

С морально-гуманитарных патриотических гражданских позиций выбраны определяющие информационно-аналитические координаты многопараметрической матрицы управления устойчивым развитием общества. На базе фундаментальных *Lt*-констант пространства-времени сформированы три распределенных в пространстве среды обитания связанные временем ноосферные **цивилизационные функционалы жизнедеятельности Гражданского общества**:

I. Биогуманитарные возможности активной творческой жизнедеятельности в Социуме определяют семь мотивационных оснований Человека, приводящих его к духовной целостности в гармонии с Природой и Обществом:

- **здоровье** (природный гомеостаз) Человека и активное творческое долголетие;
- **внутренний духовный мир** Человека и его комплементарность с Обществом;
- **гармония** личной жизни, семейные ценности и продолжение нравственной родовой морали Общества;
- образовательно-производственные **творческие компетенции** работы Человека;
- социально-комплементарная **ответственность** Гражданина перед Обществом;
- **эко-комплементарность** жизнедеятельности Человека с заботой о будущем;
- **социал-комплементаризм** в качестве социальных гарантий власти перед Обществом и Общества перед каждым Гражданином.

II. Приоритеты развития и интеллектуально-технологические возможности социума определяют семь научно-технологических кластеров устойчивого развития:

- **Экология жизни** - биомедицинские технологии предотвращения критических состояний, заболеваний или инфекций – от диагностики до функционального восстановления тканей и органов тела; достижение активного творческого долголетия через контроль состояния иммунитета и управление гомеостазом; регенеративная медицина, клеточные технологии, генетика, вирусология, синтетическая и морская биология, пилотируемая космонавтика и космические исследования; технологии воспроизводства, структурирования и утилизации водных и продовольственных ресурсов здорового питания; технологии управления геномом и производство искусственной крови, биоинженерия

реконструкции натуральных органов, воспроизводство, структурирование и хранение водных и продовольственных ресурсов, утилизация отходов жизнедеятельности человека.

- **Безопасные состояния** – инструменты наблюдения гомеостаза объектов управляемого пространства путем адекватного сведения разнородных средств мониторинга, мобильной обработки, достоверного анализа и моделирования прогнозов, безопасность жизнедеятельности через прогнозный мониторинг текущих состояний для предупреждения и предотвращения критических состояний, аварий, экотехнологических катастроф и природных бедствий; информационные технологии, математическое и физическое моделирование, волновая электроника, многопараметрическая визуализация, единое информационное пространство, энергоинформационные воздействия, кибернетические технологии, связь и защита информации; нейрогибридное распознавание образов, распределенное сетевое интеллектуальное управление робототехническими средствами и системами (технологии C4ISR+), интеллектуальные адаптивные системы защиты.

- **Доступная энергия** - системы генерации, источники и накопители электрической и тепловой энергии, термодинамические трансформеры, радио-нальное (экономное) потребление энергии (ресурсосбережение), экологически безопасные возобновляемые источники энергии, повышение мощности, емкости и КПД энергетических установок, термодинамическая трансформация и накопление энергии, альтернативные источники энергии, технологии энергонезависимости (автономного функционирования) технических систем; интеллектуальная энергетика; микроисточники питания и гиперёмкие аккумуляторы, генерация, энергия поля и вещества; беспроводная передача электроэнергии, ионисторы и редокс-аккумуляторы, энергетические установки на биотопливе и «попутном» тепле, вторичная переработка и утилизация энергии и отходов металлургических, химических, теплоэнергетических и ядерных производств.

- **Ресурсосбережение** - технологии ресурсосбережения, утилизация и глубокая переработка органических, теплоэнергетических, химических и ядерных отходов, интеллектуальное материаловедение, экотехнологический прогнозный мониторинг, предотвращение загрязнения и сохранение окружающей среды, ресурсосбережение, сохранение природы для будущих поколений, рациональное природопользование, экотехнологическая безопасность, воспроизводство, трансформация, хранение и экономное потребление природных ресурсов; безотходные энергоэффективные производства, интеллектуальное материаловедение, системный мониторинг природного гомеостаза; технологии утилизации отходов и глубокой переработки природных ресурсов, технологии микроструктурного синтеза материалов.

- **Робототизация процессов** – системы механических операций наблюдения и доставки, включая миниатюрные манипуляции, высотные перемещения и подводные операции, безопасное управление процессами обеспечения жизнедеятельности в экстремальных условиях, недоступных областях, агрессивных средах, непознанных пространствах и мирах; аэрогидромеханика, адаптивные системы управления, распознавание образов, спецхимия, материаловедение (сверхпрочные материалы, управление формой и механическими напряжениями), радиоэлектроника (миниатюризация, компонентная база), фотоэнергетика, источники питания, космическое приборостроение, инерциальная навигация; глубоководные автономные роботы, экзоскелеты-силовые доспехи, беспилотные маловысотные вертолеты, высотные БПЛА сверхдлительного барражирования (до 1 года) с использованием для распознавания гиперспектральных портретов.

- **Транспорт и коммуникации** - технологии мобильных международных и региональных транспортно-информационных коммуникаций, антропогенные объекты и системы безопасного индивидуального и коллективного перемещения людей и грузов во времени и пространстве, эффективные коммуникационные технологии безопасных и комфортных передвижений субъектов жизне-деятельности в средах обитания: подземных, подводных, наземных, водных, воздушных и безвоздушных (космических), рациональные

транспортные системы мегаполисов, региональный и трансконтинентальный пассажирский и технологи-ческий транспорт; адаптивные производства, автоматический транспорт, технологии гибкого крыла, интеллектуальные авиаконструкционные материалы, высокоэнергетичные топлива, перспективные электроприводы, транспорт на альтернативных видах топлива и энергии; гиперзвуковые летательные аппараты, электромагнитные катапульты, многоразовые космоланы воздушного старта, экономные транспортные системы «сверхтяжелый самолет – космический челнок», гравитационный транспорт.

• **Социум будущего** - системная социально-блоковая политика комплемен-таризма для устойчивого развития, достижения глобальной конкуренто-способности и опережающего научно-технологического лидерства, эффективные механизмы социальной поддержки молодежи, повышение способностей человека индивидуально и в составе социума организаций, гуманитарная адаптация научных и технологических знаний во имя будущих поколений, надежная безопасность и максимальная комфортность жизнедеятельности человека; проектирование будущего и управление им, новое природопользование (высокие экотехнологии), искусственный интеллект, социогуманитарные технологии, клеточные технологии; вложения в человека, новое образование, новая медицина, гуманитарные технологии, закрывающие технологии фондо-, энерго- и трудосбережения в существующих отраслях, гибкие системы «безлюдного» производства и эксплуатации, сельская усадебная урбанизация «тканевого» типа, города-полисы, конвергенция нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий (NBICS).

III. Глобальные угрозы антропогенной деятельности образуют семь системных антропогенных опасностей, угрожающих жизнедеятельности Человека:

• **Техногенная, антропогенная** - проектно-эксплуатационная по всему жизненному циклу: транспортная, энергетическая, строительная; ресурсно-прочностная, виброакустическая, нормативная, метрологическая и др.

Природно-технических систем, ресурсно-эксплуатационная: ядерная, гидротехническая, ветрогенерационная, природопользования и др.

• **Экотехнологическая, производственная:** нефтехимическая, водная / питьевая, агропромышленная / продовольственная, топливная, пожарная, биологическая, радиационная, электромагнитная и др.

• **Биомедицинская, иммунная:** медицинская диагностическая, пищевая, водная, эпидемиологическая, фармацевтическая, бактериологическая, биоразнообразия и др.

• **Ноосферная, климатическая:** геосейсмическая / тектоническая, физических полей, энтропийно-теплоэнергетическая, гидродинамическая / цунами и смерчи, ураганно-циклонная, полярно-мерзлотная, гравитационная, природных феноменов, космических коммуникаций и др.

• **Социально-экономическая, управленческая:** энтропийных экономических процессов глобализации, потребительская, выживания, эквивалентов труда, мотивационно-этическая, религиозно-нравственная, этническая и др.

• **Жилищно-коммунальная, утилизационная:** фекальная, твердых бытовых отходов- ТБО, иловых осадков сточных вод, водно-питьевая и др.

• **Геополитическая, кризисная:** локальных, региональных и глобальных военных действий; ядерное, химическое, бактериологическое, электромагнитное, психотропное, климатическое и др. виды оружия массового поражения; арсенальные склады, подводные захоронения и т. д.

Представленная системность Глобальных угроз цивилизации не является исчерпывающей, но и она впечатляет своим **антропогенным антагонизмом Природе**, проникновением во все сферы жизнедеятельности. Общество реально столкнулось с **агрессивным политико-олигархическим антагонизмом Социуму**. В такой предельно критической для будущего планеты Земля ситуации особую актуальность приобретает прозорливое предупреждение великого русского космиста академика А.Л.Чижевского в манифесте «Живое эхо солнечных бурь»: «В основе **устойчивого социально-**

экономического развития Общества - комфортная безопасная жизнедеятельность Человека в гармонии с Космосом». Устойчивое развитие рассматривается как мировоззренческая модель **целенаправленных интеллектуальных научно-технологических усилий Общества** по снижению рисков глобальных кризисов и проблем жизнедеятельности настоящего в согласии с естественными законами Природы и интересами будущих поколений.

Список литературы

1. *Сперанский А.А., Бельский А.Б.* Российская инженерная академия - кластеры жизнедеятельности // Инновации. 2016, №2. С.18-22.

УДК 504.02

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ВЫХОДА ИЗ СИСТЕМНЫХ КРИЗИСОВ PHENOMENOLOGICAL APPROACH AS A TOOL OUT OF A SYSTEMIC CRISIS

**Фурник Алексей Юрьевич
Furnik Aleksey Yurevich**

*Российская инженерная академия
The Russian Academy of Engineering
(e-mail: smartdogs2@yandex.ru)*

Аннотация: Представлен анализ трехвекового развития технологических укладов, свидетельствующий о естественной закономерности циклических кризисов в экономике. Феноменологический подход может быть одним из механизмов формирования социально-экономического развития на основе фундаментальных закономерностей эволюции цивилизации.

Abstract: the analysis of three-century development of technological structures testifying to natural regularity of cyclic crises in economy is Presented. Phenomenological approach can be one of the mechanisms of formation of socio-economic development on the basis of fundamental laws of civilization evolution.

Ключевые слова: устойчивое развитие, глобальные угрозы, феномен эволюции, Гражданское общество.

Key words: sustainable development, global threats, evolution phenomenon, Civil society.

Теория и глубокий анализ развития трехвековой истории технологических укладов свидетельствует о **естественной закономерности циклических кризисов в экономике**. Парадоксальная ситуация – новые знания, приобретаемые в результате интеллектуальной научно-технологической деятельности, с одной стороны, обеспечивают комфортность и безопасность жизнедеятельности Человека и процветание Общества, с другой стороны, становятся первопричиной высокой концентрации капитала, циклических экономических кризисов и разрушительных общественных потрясений, порождающих хаос и нарастающий конфликт с Природой. Угрозы представляют настолько серьезную опасность, что без науки общество «окажется отброшенным на тысячелетие назад, в туманное прошлое». Глобальные вызовы, в свою очередь, вызывают потребность общества в новых знаниях ради преодоления угроз и сохранения цивилизации. В долгосрочной перспективе именно прорывные фундаментальные исследования и опережающие технологические знания могут обеспечить устойчивое развитие стран и народов.

Знаковые катастрофы более тридцати лет убедительно демонстрируют, что технологическая революция XX века настолько интенсифицировала масштабы конкуренции человека в Обществе и с Природой, что жертвами «прогресса» стали сам человек и среда его обитания. Системное нарушение технологических регламентов привело к тому, что существенно участились катастрофы с массовым тяжелым исходом в авиации, наземном и морском транспорте, энергетике и строительстве. Апофеозом стало несоблюдение технологической дисциплины на Саяно-Шушенской ГЭС, нефтеплатформе British Petroleum и АЭС Фукусима. Мировая статистика потерь экономик промышленно развитых стран свидетельствует о деградации системы технологического надзора за критически важными для жизнедеятельности человека инженерными объектами, в том числе, по причине отсутствия научного сопровождения.

Потери экономик промышленно развитых стран оцениваются в 1,5÷4,5% валового нац. продукта, что превышает совокупные расходы на здравоохранение и экологию. По данным международного Centerfor Research on the Epidemiology of Dusasters, динамика деформирования (потерь) экономик от преобладающих «индустриальных» и «транспортных» техногенных катастроф с 2001 по 2010 годы составила 1540 раз, со \$144,4 млн. до \$222,4 млрд. Только японская экономики от природно-техногенных катастроф текущего столетия потеряла \$1 трлн. Такова цена несовершенства знаний и технологического отставания в сфере безопасности.

Неуемное стремление бизнеса к получению сверхприбыли любыми доступными и преступными средствами через коммерциализацию научно-инженерного творчества привело к глобальной антропогенному хаосу и противостоянию потребительского Общества среде обитания - Природе.

Глобальные угрозы жизнедеятельности в техногенной и экотехнологической сферах деформируют экономики, уродуют генофонд нации и порождают исчезновение разнообразия видов флоры и фауны на Земле. Гражданское общество, осознавая опасности планетарного масштаба, в стремлении к выживанию вынуждено выстраивать взаимно-комплементарные отношения с властью и бизнесом, направляя общественные ресурсы в научно-технологическую сферу жизнедеятельности, единственно способную через новые креативные знания и опережающие технологические решения противостоять глобальным антропогенным угрозам.

Одним из наиболее эффективных методов выявления глубинных естественнонаучных проблем является **встроенный интеллект, реализующий многофакторный гомеостатический анализ** на физико-математических моделях, адекватных природному синтезу наблюдаемых объектов. Процесс создания цифровых моделей такого уровня предполагает понимание фундаментальных законов и универсальных закономерностей в области решаемых научно-технических проблем.

Для массового системного прорыва знаний в областях реальных угроз целесообразно по-новому взглянуть на имеющиеся лингвистические ресурсы, позволяющие более глубоко и точно сформулировать **эффективный вектор технологического поиска** для получения ожидаемых Обществом системно интегрированных решений.

Феноменологический подход может быть одним из таких результативных решений. К природно-антропогенным феноменам земной цивилизации безусловно следует отнести фундаментальные закономерности социально-экономического развития, механизм которого представлен на рисунке 1.

В современном контексте рассмотрения лингвистических трансформаций, понятие ФЕНОМЕН обозначает предметы, события, явления, процессы, свойства, сущности, состояния, виды и личности, касающиеся Природы, Общества и Человека, малоизвестные, редкие, необычайные, неизученные, неподдающиеся объяснению или противоречащие общепринятым знаниям и закономерностям парадоксы, отличающиеся уникальными, необычными, неповторимыми или выдающимися качествами, характеристиками, талантами, поступками и прочими проявлениями, а также общее универсальное обозначение всего, что

может стать объектом научного рассмотрения или исследования с целью получения новых фундаментальных научных и опережающих технологических знаний*)



Рис.1. Феноменальный парадокс устойчиво-неустойчивого социально-экономического развития

Заслуживает внимания высказывание Президента США Б. Франклина, последнего великого ученого, допущенного к управлению государственными делами: *«Оглядываясь назад, мы понимаем, что из всех творений человеческого ума наука - самое важное и полезное. Именно наука вытянула человека из трясины невежества и направила на путь к звездам»*. По единодушному мнению ученых, до конца века Общество узнает об окружающем мире во много раз больше, чем за всю историю человечества. Человек обретет могущество, достойное древних богов, которым он когда-то поклонялся и перед которыми трепетал, при этом, научные и природные феномены будут трансформироваться из загадок Природы в обычные знания.

Компьютерная революция позволит мысленно управлять материальными объектами и трансформацией энергии и материи; **биотехнологическая революция** продлит жизнь Человека и его активное творческое долголетие, научит создавать живые ткани, органы и существа с нужными свойствами; **нанотехнологическая революция** даст возможность управлять свойствами конструкционных материалов и формой объектов и даже создавать их «из ничего». В каждой области знаний существует множество феноменов, обойденных вниманием ученых. В большинстве случаев феномен проявляет локальное феноменальное свойство или явление Природы, но некоторые из них носят междисциплинарный и даже фундаментальный всеобщий характер. **Постижение феноменов приближает знания будущих укладов.**

Особое место в современных знаниях «на будущее» принадлежит лауреату Нобелевской премии в области термодинамики необратимых процессов и химических

колебательных систем И.Р.Пригожину, создателю теории диссипативных структур об устойчивом упорядоченном состоянии неравновесных систем, которое характеризуется потоками энергии, массы и энтропии. Впервые в истории науки **фундаментальными характеристиками мироздания заявлены нестабильность, неравновесность, нелинейность и ни к чему простому не сводимая сложность**. В классическом естествознании такие процессы принято считать непознанными феноменами-отклонениями, которыми традиционно пренебрегают.

Гениальность И.Р.Пригожина состоит в том, что феномены предложены в качестве индикаторов новых фундаментальных знаний: *«**Вся природа по существу - постоянное порождение новых форм, принципов, состояний; она сама - открытая динамическая система, которая «выбирает» свой дальнейший путь в точках бифуркации. Нельзя ни точно предсказать, что будет выбрано, ни вполне надежно это контролировать: в критические моменты все решает случай. Природа-система регулирует себя сама. И должны быть развиты сузубо научные, рациональные средства к тому, чтобы понять мир в таком качестве. Переход от Хаоса к Порядку поддается математическому моделированию при ограниченном наборе моделей такого перехода - универсальных, которые работают на всех уровнях природного целого**»*.

Идея нестабильности, в каком-то смысле, теоретически потеснила детерминизм и позволила более полно включить Человека в Природу, а естествознание - в человеческую деятельность. Время как сущностная переменная нестабильности и непредсказуемости, исходя из фундаментального предположения о единстве мира, стало играть немаловажную роль в преодолении разобщенности, которая всегда существовала между социальными исследованиями и науками о природе. Идеи нестабильности приблизили мировую науку к созданию «общей теории изменений» в качестве логического завершения системности фундаментальных знаний от классической механики И. Ньютона и квантовой механики А.Эйнштейна к теории самоорганизации неравновесных процессов диссипативных структур И.Р. Пригожина. Необратимость введена в уровень фундаментальных законов физики, а **феномен эволюции занял прочное место в области фундаментальных знаний**.

Научным сообществом принято предложение И. Р. Пригожина рассматривать социальные, психические, биологические феномены через призму понятий неравновесных процессов и открытых, самоорганизующихся систем. **С введением времени в структуру понимания новых областей реальности заработали модели самоорганизации в экономике и географии, геологии и лингвистике, экологии и медицине, демографии и метеорологии - везде, где можно обнаружить развивающиеся системы.** *«Признание нестабильности - приглашение к новым экспериментальным и теоретическим исследованиям, принимающим в расчет специфический характер этого мира. Следует лишь распрощаться с представлением, будто этот мир - наш безропотный слуга. Мы должны признать, что не можем полностью контролировать окружающий нас мир нестабильных феноменов, как не можем полностью контролировать траектории социальных процессов»*.

Список литературы

1. Сперанский А.А., Сперанский К., Симонов М., Малышева В. Феноменологический подход к новым знаниям. // Двигатель, №3, 2016. С.26-31.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА
СРЕДНЕВОЛОКНИСТЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ
ПРИРОДНЫХ КАЧЕСТВ И СТОИМОСТИ ВОЛОКНА
INCREASING THE EFFICIENCY OF THE PRIMARY PROCESSING OF COTTON
UPLAND FOR CONSERVATION OF NATURAL QUALITIES AND COST OF FIBER**

**Иброгимов Холназар Исломович*, Курбонали Мирзоализода*,
Сафарзода Мансур Хочавали*, Сафаров Фузайл Метинович*,
Плеханов Алексей Федорович****

**Ibragimov Kholnazar Islomovich*, Kurbonali Mirzoalizoda*, Cafarzoda Mansur Hojavali*,
Safarov Fuzail Metinovich*, Plekhanov Aleksey Feodorovich****

**Технологический университет Таджикистана, Республика Таджикистан, Душанбе
Technological University of Tajikistan*

***Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(kholms78@list.ru; mirzoalizoda-k1954@mail.ru; smansur78@mail.ru; f.m.safarov@mail.ru;
plekhanov-af@rguk.ru)*

Аннотация: Приводятся результаты исследований о повышении эффективности технологии первичной обработки хлопка-сырца. Выявлены селекционные разновидности средневолокнистых сортов хлопка, переработка которых на валичных заводах даст значительный экономический эффект. Также вычислены цены на каждую одну тонну соответствующих разновидностей хлопка в зависимости от полученной длины волокна и определены условия реализации готовой продукции.

Abstract: Happen to the results of the studies about increasing of efficiency technology primary processing the pat-product in its raw state. Will Revealed selection variety upland of the pat, conversion which on cylinder plants will give the significant economic effect. Also price is calculated on each one ton corresponding to varieties of the pat depending on got lengths filament and is determined conditions to realization to finished products.

Ключевые слова: эффективность, ценообразования, стоимость волокна, селекционная разновидность, хлопок-сырец, волокно, валичный завод, инновационная технология.

Keywords: efficiency, pricing, cost filament, selection variety, pat-product in its raw state, filament, cylinder plant, innovation technology.

В современных рыночных условиях задачи использования инновационных технологий, модернизации технологического оборудования необходимы для достижения требуемого качества выпускаемой продукции и выходят на первый план по отношению к вопросу повышения производительности. Создание рыночных экономических отношений требует разработки прогрессивных технологий в важнейшей отрасли сельского хозяйства – хлопководстве. Особенность нового этапа развития этой отрасли заключается в создании рентабельного производства высококачественной продукции – волокна и семян.

Основой конкурентоспособности в современных условиях является снижение энергоемкости, введение ресурсосберегающих способов переработки хлопка-сырца и повышение качества продукции. Поэтому для решения задач повышения эффективности первичной переработки хлопка-сырца и достижения нормативных показателей на хлопкоперерабатывающих предприятиях важную роль приобретает решение проблемы совершенствования технологии первичной обработки хлопка-сырца на основе использования

энергоёмкой и эффективной инновационной технологии. Подход к решению поставленных задач в развитии хлопководства и перерабатывающей промышленности повысит выход хлопкового волокна на предприятиях первичной обработки и на этом основе позволит получить дополнительную прибыль.

Для решения данной задачи нами проведены исследования в испытательных центрах АОЗТ «Таджикистан – ВИС» и Агентства «Таджик стандарт» по изысканию оптимальной технологии переработки хлопка селекционного сорта НС-60, с учетом их морфологических, биологических и физико-механических свойств. Целью исследований являлось изучение процессов первичной переработки сырья и прядильно-технологических свойств волокна нового сорта хлопка, а также определение качества полуфабрикатов прядильного производства и пряжи. В целом – проведение комплексных исследований по выявлению оптимального технологического процесса для первичной обработки сырья названной селекции.

Первые варианты решения поставленной задачи нами выполнялись на хлопкозаводах, оборудованных цехами пильного и валичного джинирования, где применяется технология переработки хлопка-сырца, принятая в Узбекистане. Предварительные исследования по переработке хлопка-сырца селекции НС-60 и других селекций с волокном с 4 и 5 типов на машинах валичного джинирования показали хорошие результаты с точки зрения повышения качества волокна, что способствует повышению его цены. Проведены сравнительные оценки прядильно-технологических свойств вырабатываемого волокна валичного джинирования с целью пересмотра оптовых цен на него. Аналогично проведены исследования по переработке хлопка средневолокнистых селекций НС-60 и других на валичных джинах.

Исследования по совершенствованию технологии переработки средневолокнистого хлопка на валичных джинах проводятся с 1986 года на Колхозабадском хлопкоочистительном заводе. С целью повышения качества, увеличения длины и объёма выпуска волокна, переработке подвергался средневолокнистый хлопок-сырец селекции 108-Ф, а так же другие селекционные сорта. Данные исследования продолжались до 1996 года. Начиная с урожая 1996 года, при переработке хлопка-сырца селекционного сорта НС-60 на пильных джинах наблюдалось затруднение в переработке данного сорта. После этого проводили исследование и брали контрольные пробы. В результате исследований установлено, что волокно данной селекции длиннее, чем у других селекционных сортов четвёртого типа и это подтвердили испытания, проведенные на лаборатории системы «Спинлаб». Предварительные испытания подтвердили возможность переработки средневолокнистого хлопка-сырца селекции НС-60 и других селекций с 4-м типом волокна на валичных джинах. В дальнейшем целесообразно рассмотреть вопрос о компенсации за повышение стоимости обработки этих сортов на валичных джинах путём соответствующих надбавок к цене волокна.

Другим объектом исследований послужили средневолокнистые сорта хлопчатника селекции Худжанд-67, Сорбон, Флеш и НС-60. В испытательных центрах АОЗТ «Таджикистан – ВИС» и Хлопковой инспекции при Агентстве «Таджикстандарт» определялось качество волокна и была выдана обоснованная оценка. Волокно классифицируется в соответствии с требованиями Международного стандарта СТ РТ ДСХ США 1079-2007 по показателям: микронеяр, сорт по цвету, сорт по листу и по длине волокна, на основании которых определяется цена с учётом скидок и надбавок.

Градации цены по показателям качества даёт возможность развитию хлопководства, т.к. стимулирует хозяйства на производство высоко - качественной продукции. В настоящее время аграрному сектору республики необходимо высокоурожайные селекционные сорта хлопка с наибольшими выходами волокна, при этом хозяйства могут рассчитывать на прибыль и будут заинтересованы в повышении урожая хлопчатника и улучшении качества его переработки.

В целях улучшения качества необходимо выбирать технологический процесс переработки средневолокнистого хлопка-сырца селекции НС-60 на валичных джинах.

Представляет собой комплекс вопросов связанных с последовательностью установки технологического оборудования в цепочке, обеспечивающих выпуск продукции в соответствии с требованиями норм стандартов и себестоимость волокна. Основными параметрами, влияющие на увеличение стоимость продукции является: выход хлопкового волокна; длина волокна; показатель микронейр; содержание листа (качество переработки за счёт улучшение класса волокна, содержание сора в волокне); цвет волокна; увеличение выпуска и реализации продукции; рост продажной цены; снижение брака продукции.

Для повышения эффективности переработки хлопка-сырца селекции НС-60 и других селекционных сортов на валичных джинах важное значение имеет сравнительный анализ и оценка качества с учетом основных параметров качества волокна и требований к ним, которые устанавливаются действующими в Республике Таджикистан нормативами Межгосударственного ГОСТ 3274-98 Волокно хлопковое. ТУ и Международного стандарта СТ РТ 1085-2007 Волокно хлопковое. ТУ (табл.1).

Таблица – Сравнительный анализ качественных характеристик средневолокнистого хлопка селекционного сорта НС-60 с другими сортами, выращиваемыми в Республике Таджикистан

Показатели качества	Средневолокнистые селекционные сорта			
	НС-60	Сорбон	Худжанд-67	Флеш
Показатели качества по международному стандарту Международная классификация (код)				
Сорт по цвету	СМ-21	СМ-21	СМ-21	СМ-21
Сорт по листу	2	2	2	2
Штапельная длина, дюйм(код)/мм	35/36-38	33/34-36	32/33-35	34/35-37
Показатель микронейр, mic	4.2-4.5	4.5-4.8	4.5-4.8	4.3.-4.5
Разрывная нагрузка гс/текс	32	30-31	29-30	30-31
Показатели качества по межгосударственному стандарту				
Промышленный сорт	1	1	1	1
Класс (засоренность)	хороший	хороший	хороший	хороший
Штапельная длина, мм	35/36	33-34	32-33	34-35
Показатель микронейр, mic	4.2-4.5	4.5-4.8	4.5-4.8	4.3.-4.5
Выход волокна,%	38	36	34	36
Выход семян,%	58	56	58	56
Линейная плотность, м/текс	161	174	186	171
Разрывная нагрузка, гс/текс	32	30	29	30

Анализ таблицы показывает, что по всем качественным показателям волокно селекционного сорта НС-60 превосходит сорта Худжанд-67, Сорбон и Флеш. Волокно данного селекционного сорта на 2-3 мм длиннее волокна отечественных и зарубежных сортов средневолокнистого хлопка, а код длины, установленный в международном стандарте, на 2-3 порядка выше. При этом первые сорта волокна разновидности НС-60 тоньше на 11-17 мтекс по отношению сорта Худжанд-67, Сорбон и Флеш, соответственно, но при этом прочность волокна выше на 2,2-2,9 гс/текс.

По среднестатистическим данным фактический выход средневолокнистого хлопка селекционного сорта НС-60 составил 38-40%, что на 2,0 – 4,0 % выше, чем выход волокна селекционных сортов Худжанд-67, Сорбон и Флеш соответственно. Этот показатель является основным и существенно влияет на повышение экономической эффективности хлопководческих хозяйств. При повышении выхода волокна, соответственно, снижается выход семян и линейная плотность волокна, и для сорта НС-60 равна 161 мтекс, т.е. чем тоньше волокна, тем они будут длиннее. Показатель Микронейр также указывает на высокую зрелость, тонину и прочность волокна этого селекционного сорта хлопчатника, его величина должна быть ближе к промежуточным значениям 3,8÷4,5 mic, а по степени зрелости 1,5÷3,5mic. Из приведенных в таблице данных следует, что для сорта НС-60 значение микронейр находится в данном интервале.

С переходом Республики Таджикистан на международные стандарты классификации хлопкового волокна, в целях правильности применения цен на хлопковое волокно, поставляемое внутри республики и за ее пределы (на экспорт), начиная с урожая 2008 года, устанавливается порядок, согласно которому цена на условиях поставки CFR будет определяться по следующей методике:

$$C_{CFR} = (\text{Центрально-Азиатский Индекс} + \text{надбавка (или скидка) за сортность}) \times 22,0462$$

Исходя из этой формулы, цена 1-го сорта по коду 21-2/35 селекции «Худжанд – 67» составляет 2013,9 у.е., т.е. $((87,35 + 4) \times 22,0462)$, по коду 21-2/36 селекции «Сорбон» составляет 2028,3 у.е., т.е. $((87,35 + 4,65) \times 22,0462)$, по коду 21-2/37 селекции «Флеш» составляет 2042,6 у.е., т.е. $((87,35 + 5,3) \times 22,0462)$, по коду 21-2/38 селекции «НС-60» составляет 2056,9 у.е., т.е. $((87,35 + 5,95) \times 22,0462)$. Расчет цены на хлопковое волокно других сортов будет осуществляться аналогично хлопковому волокну средневолокнистых сортов на основе применения надбавок и скидок к базовой цене с учетом сортности по цвету и листу средневолокнистого хлопка.

Анализ показывает, что при данной структуре ценообразования на Центрально-Азиатский хлопок средневолокнистых сортов по котировкам Ливерпульской хлопковой биржи сорт «НС-60», который соответствует коду 21-2/38 на условиях поставки CFR (стоимость и фрахт (...название порта назначения)) до портов, при индексе котировки, равной 87,35, цена 1-го сорта по коду 21-2/38 на условиях поставки CFR (стоимость и фрахт (... название порта назначения)) составляет 2056,9 у.е. за тонну.

В конечном итоге это проявляется в получении дополнительной прибыли хлопководческих хозяйств, которая может быть определена для селекционных сортов НС-60 и Худжанд-67 по формуле:

$$П = (C_n - C_n) V_n - (C_{ст} - C_{ст}) V_{ст} , \quad (1)$$

где П – общая дополнительная прибыль от улучшения качества продукции;

$C_n, C_{ст}$ – цена средневолокнистого хлопка;

$C_n, C_{ст}$ – себестоимость услуг за единицу продукции, 1 тонны хлопка-сырца;

$V_{ст}, V_n$ – объем выпускаемой продукции до и после улучшения качества продукции.

В расчетах принималась $C_n = 75$ у.е. для переработки 1 тонна хлопка-сырца селекции НС-60; себестоимость переработки одной тонны хлопкового волокна при выходе 38,0% составляла 197,4 у.е. $C_{ст} = 75$ у.е. для переработки 1 тонны хлопка-сырца селекции Худжанд-67; для переработки 1 тонны хлопкового волокна при выходе 32,0%, составляет 234,4 у.е., $V_{ст} = V_n = 5000$ тонн.

В целях определения экономической эффективности от применения переработки средневолокнистого хлопка-сырца селекции НС-60 на валичных джинах, на производстве выполнен расчет величины эффекта от переработки 5 тыс. тонн хлопка-сырца селекции НС-60, в сравнении с селекциями Худжанд-67, Сорбон и Флеш с выходом волокна, соответственно в массе нетто 32,0%, 34,0% и для сорта НС-60 36,0%. При этом базовая цена (котировка) средневолокнистого хлопка для Центральной Азии на Ливерпульской хлопковой бирже составляет 87,35 центов за фунт. Для расчета фунтов на килограммы принято, что 1 кг = 2,20462 фунта. При переработке хлопка-сырца сортов Худжанд-67, Сорбон и Флеш, выходом волокна 32,0% до 34,0%, объем выработанного волокна составляет 1,6–1,7 тыс. тонн (5000 X 32,0%) и (5000 X 34,0%).

Отмечается, что цена одной тонны хлопкового волокна средневолокнистых сортов в Таджикистане, исчисляемый исходя из котировки Ливерпульской хлопковой биржи (ЛХБ) по формуле (1), составляет 2013,9 – 2028,3 у.е., т.е. $(87,35 + 4) \times 22,0462$ и $(87,35 + 4,65) \times$

22,0462. Исходя из этого, стоимость всего выработанного объема волокна может составить 3222240 и 3448110 у.е., т.е. (1600 т x 2013,9 у.е.) и (1700 т x 2028,3 у.е.).

При определении объема переработки и реализации рекомендуемого сорта НС-60 в объёме 1800 тонн с учетом того, что подсчет цены и объем выручки от реализации волокна сорта НС-60 производится аналогично другим сортам с той разницей, что к реализационной цене этого сорта добавляется 1,95 пунктов котировки из-за длины этого волокна и определяется по формуле:

$$Ц_j = (\text{Индекс котировки} + 1,95 \times 22,0462) \quad (2)$$

Поставляя соответствующие данные, определяем цену одной тонны волокна, равной 2056,9 у.е., т.е. $87,35 + 5,95 \times 22,0462$ и стоимость всего выработанного объема волокна, составляющей 3702439 у.е., т.е. (1800 т x 2056,9 у.е.). При этом разница между выручками от реализации и экономический эффект от применения рекомендуемой селекции НС-60 по сравнению с существующей, составляет соответственно 480199 у.е., т.е. (3702439 у.е. - 3222240 у.е.).

$$\Pi = (C_n - C_n) V_n - (C_{ст} - C_{ст}) V_{ст}, \quad (3)$$

$$\Pi = (2056,9 - 197,4) \times 5000 - (2013,5 - 234,4) \times 5000 = 9297500 - 8895500 = 402000 \text{ у.е.}$$

Таким образом, проведенные нами расчеты показывают, что выращивание селекционного сорта НС-60, заготовка, первичная переработка и выработка хлопкового волокна на базе новых технологий с обязательным соблюдением технологических режимов в пределах норм международного стандарта, является весьма эффективной и экономически обоснованной. Хлопководческим хозяйствам необходимо увеличить посевные площади для данного сорта, а хлопкоперерабатывающие предприятия, в сотрудничестве со специалистами и учёными отрасли, следует разработать рациональные технологические параметры и режимы переработки для повышения качества волокна, семян и роста объема прибыли.

Список литературы

1. Технологический регламент переработки хлопка-сырца (ПДКИ). Ташкент. 1995 и последующие годы издания. – 56 с.
2. Стандарт республики Таджикистан 1079-2007. Стандарты США по штапельной длине хлопка. Изд. Официальное. Агентство по стандартизации, метрологии, сертификации и торговой инспекции при Правительстве РТ. Душанбе, 2008. – 62 с.
3. Совершенствование теории и технологии подготовки хлопка-сырца к дженированию для повышения качества волокна и семян / Иброгимов Х.И. – дисс. докт. техн. наук. – Кострома, 2009. – 376 с.
4. Плеханов А. Ф. Безотходная технология в пневмопрядении. – М.: Легпромбытиздат, 1994. – 128 с.
5. Плеханов Ф. М., Плеханов А. Ф. Прядение: прошлое и настоящее. – Иваново: Ивановская газета, 2000. – 224 с.

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РАСПРЯМЛЕННОСТИ ВОЛОКОН В ЧЕСАЛЬНОЙ ЛЕНТЕ
И ЛЕНТЕ С ЛЕНТОЧНЫХ МАШИН ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПЕРЕХОДОВ
VALUATION OF THE DEGREE OF FIBRATION OF FIBERS IN THE CARD SLIVER
AND IN THE DRAWING SLIVER ON FIRST AND SECOND PASSAGES**

**Матисмаилов Сайфулла Л.* , Камалдинова Ксения Геннадиевна* ,
Плеханов Алексей Федорович** , Королева Наталия Алексеевна**
Matismailov Sayfulla L. * , Kamaldinova Ksenija Gennadiedna * ,
Plekhanov Aleksey Fedorovich ** , Koroleva Natalia Alekseevna ****

**Ташкентский университет текстильной и легкой промышленности,
Республика Узбекистан, Ташкент,*

**Tashkent institute of textile and light industry, Uzbekistan, Tashkent*

***Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва*

***The Kosygin State University of Russia, Moscow*

*(smatismailov@gmail.com, kamalksenia@rambler.com, plekhanov-af@rguk.ru,
koroleva-na@rguk.ru)*

Аннотация: В статье приведены результаты исследований нового косвенного метода оценки степени распрямленности волокон в чесальной ленте и ленте с ленточных машин. Анализ полученных данных показывает, что удельная разрывная нагрузка ленты уменьшается с каждым последующим переходом, что объясняется увеличением распрямленности волокон. В результате увеличения распрямленности и параллелизации волокон в ленте, снижается сопротивление волокон растягивающему усилию, число контактов нераспрямленных волокон снижается, уменьшается работа, требуемая для преодоления связей между волокнами в ленте.

Abstract: The article presents the results of studies of a new indirect method for assessing the degree of straightness of fibers in the carding sliver and the sliver from drawing machines. An analysis of the data shows that the specific breaking load of the tape decreases with each subsequent transition, which is explained by an increase in the straightness of the fibers. As a result of an increase in the straightening and parallelization of the fibers in the sliver, the tensile strength of the fibers decreases, the number of contacts of non-straightened fibers decreases, and the work required to overcome the bonds between the fibers in the tape decreases.
Ключевые слова: степень распрямленности волокон, лента, работа разрыва ленты, удельная работа разрыва, ориентация волокон.

Key words: degree of straightening of fibers, sliver, work of a gap of a sliver, specific work of a gap, orientation of fibers.

В текстильной практике известны два метода оценки распрямленности волокон в полуфабрикатах и пряже. Согласно первому методу, степень распрямленности волокон в ленте η оценивается процентным отношением протяженности волокон, определенной вдоль оси ленты, к полной их длине в распрямленном состоянии (рис. 1, а) [1] по формуле:

$$\eta = \frac{l \cdot 100}{L}, \quad (1)$$

где l – протяженность волокна в ленте, мм;

L – длина волокна в распрямленном состоянии, мм.

По другой известной методике [2] степень распрямленности (рис. 1, б) определяют по формуле:

$$K = \frac{L_1}{L} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где L_1 – расстояние между концами свободно положенного волокна до его распрямления, мм;
 L – расстояние между концами распрямленного волокна (длина волокна), мм.

На кафедре текстильных технологий Текстильного института имени А.Н. Косыгина в 80-х годах XX прошлого столетия были разработаны два метода определения распрямленности волокон в ленте [3]. Первая методика предполагала разрезание ленты, зажатой металлическими зажимами, на сантиметровые отрезки через прорезы между зажимами, вычесывание высвобождаемых из зажимов волокон с последующим их взвешиванием и определением коэффициента относительной параллелизации и коэффициента распрямленности волокон по специальной таблице.

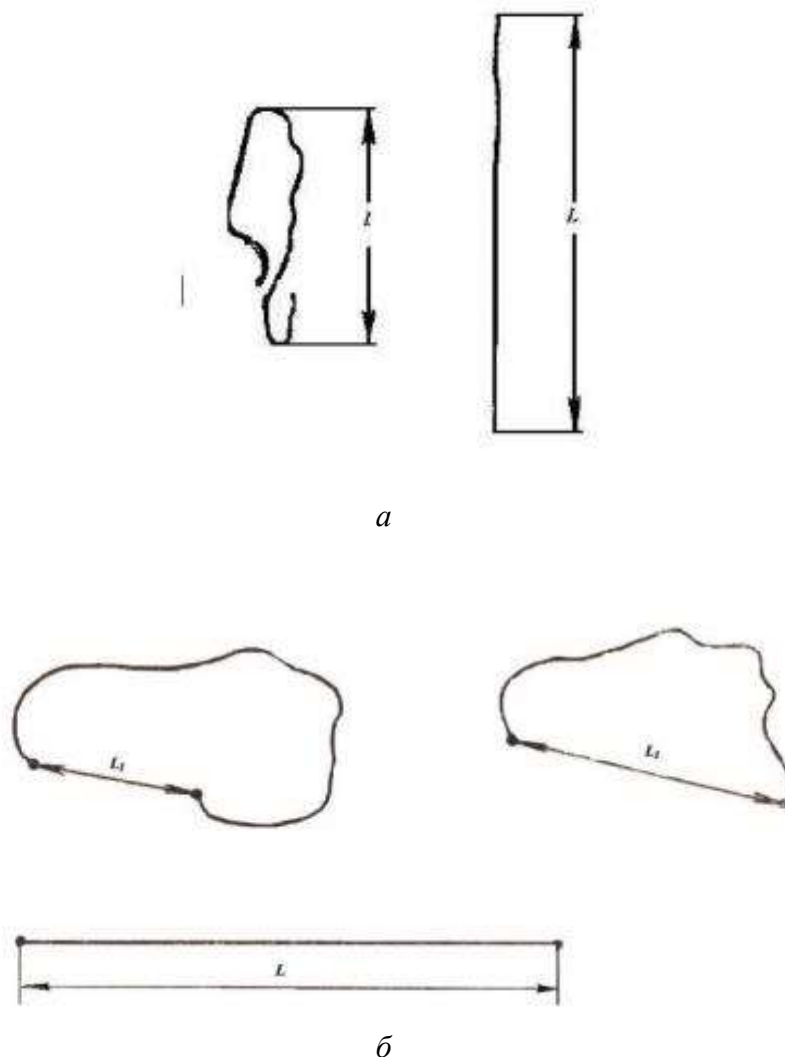


Рис. 1. Степень распрямленности волокон в ленте.

Второй метод был разработан совместно с кафедрой физики МТИ и предполагал применение для оценки распрямления волокон, их ориентации вдоль оси продукта метод рассеяния лазерного излучения, проходящего через полуфабрикаты и пряжу. По этой методике определяли коэффициент распрямленности волокон, коэффициент протяженности волокон, долю загнутых концов волокон, комплексный показатель ориентации и распрямленности волокон и средний угол ориентации волокон.

Оба метода имели общий недостаток – низкая точность получаемых результатов эксперимента и высокая вероятность ошибки эксперимента, вызванная используемыми косвенными способами определения распрямленности волокон.

В Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности разработан метод для комплексной оценки структуры волокнистой ленты, основанный на определении работы при ее разрыве [4]. В ходе проведенных исследований выявлено, что работа разрыва зависит от следующих параметров: цепкости волокон, среднего числа волокон в поперечном сечении ленты, продольной протяженности волокон, числа комплексов в поперечном сечении ленты, «крючковатости» волокон, угла ориентации волокон относительно оси ленты и других физических и геометрических факторов. Из-за отсутствия специального прибора для определения работы при разрыве ленты, было принято решение использовать разрывную машину РМ-3-1.

Для сравнительной оценки структуры полуфабрикатов различной линейной плотности используется формула для расчета удельной работы разрыва:

$$A_o = \frac{A}{T}, \quad (3)$$

где A – работа разрыва, *мДж*;
 T – линейная плотность ленты, *ктекс*.

Предлагаемая методика определения распрямленности волокон в полуфабрикате основана на определении косвенных характеристик: работы разрыва ленты, удельной разрывной нагрузки ленты, удельной работы разрыва ленты.

Испытания чесальной ленты и ленты с первого и второго переходов ленточных машин на разрывной машине РМ-3-1 проводили на образцах, любезно предоставленных для проведения экспериментов в учебно-исследовательских целях СП «Uztex» (г. Ташкент, Республика Узбекистан) в следующей последовательности. Вначале экспериментов устанавливается расстояние между зажимами – 50 мм, скорость опускания нижнего зажима – 300 мм/мин. Нарезают отрезки ленты длиной 10 см в количестве 20 штук. Для нарезки ленты использовали ножницы и измерительную линейку. Подготовленные отрезки каждого из полуфабрикатов укладывали последовательно в ряд на подготовленный картон для дальнейшего разрыва на разрывной машине. В зависимости от линейной плотности полуфабриката выбирают требуемую шкалу нагрузок и соответственно ей устанавливают груз на маятнике силоизмерителя.левой рукой берется отрезок ленты, один конец которого заправляется с помощью правой руки в верхний зажим разрывной машины. Нижний конец отрезка образца ленты заправляется в нижний зажим машины с легким натяжением. Закрепляют правой рукой верхний и нижний зажимы и пальцем левой руки нажимают на кнопку «Вниз». После разрыва ленты, записывают показания по шкале удлинений в миллиметрах. Затем нажимают кнопку «Вверх» и записывают показания по грузовой шкале в *сН* с абсолютной погрешностью до одного деления шкалы. Раскрывают нижний зажим разрывной машины и удаляют из него обрывок ленты.левой рукой отводят грузовой рычаг немного влево, устанавливают его в нулевое положение. Затем раскрывают верхний зажим и удаляют из него обрывок ленты. После этого заправляется следующий отрезок ленты. Средние значения разрывной нагрузки и разрывного удлинения определяют как среднее арифметическое из 20 испытаний.

Удельную разрывную нагрузку ленты в *сН/ктекс* определяют по формуле:

$$P_o = \frac{P_\phi}{T_\phi}, \quad (4)$$

где P_ϕ – фактическая разрывная нагрузка ленты, *сН*;
 T_ϕ – фактическая линейная плотность ленты, *ктекс*.

Работу разрыва ленты в *сН•м* или *мДж* определяют по формуле:

$$A = P_\phi \cdot S, \quad (5)$$

где S – фактическое удлинение ленты, *м*.

Для простоты использования полученных результатов исследований *сН/текс* переводим в *мДж*:

$$10 \text{ сН/текс} = 9,8 \text{ Дж} = 9806,6 \text{ мДж}.$$

Удельная работа разрыва ленты:

$$A_o = \frac{A}{T}, \quad (6)$$

где A - работа разрыва ленты, мДж;
 T - линейная плотность ленты, ктекс.

Оценка степени распрямленности и ориентации волокон в полуфабрикатах, основанная на определении работы разрыва ленты, проводилась по данным, полученным на разрывной машине и приведенным в таблице 1.

По полученным результатам экспериментов, представленным в таблице 1, рассчитаны удельная разрывная нагрузка лент, работа разрыва, удельная работа разрыва. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты, характеризующие процесс разрыва ленты.

Переход	Чесальная лента	Лента I переход	Лента II переход
Разрывная нагрузка, сН	478	432	277
Удлинение при разрыве, мм	27	25	22

Таблица 2 – Определение косвенных характеристик распрямленности волокон в ленте.

№ п/п	Наименование показателей	Чесальная лента	Лента с ленточных машин	
			I переход	II переход
1	Линейная плотность, ктекс	5,38	5,00	5,00
2	Разрывная нагрузка, сН	478	432	277
3	Разрывное удлинение, мм	27	25	22
4	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	88,8	86,4	55,4
5	Работа разрыва, сН•мм мДж	12906	10800	6094
		126,6	105,9	59,8
6	Удельная разрывная работа, мДж/ктекс	23,5	21,2	12,0

Из результатов расчетов, представленных в таблице 2 видно, что удельная работа разрыва ленты уменьшается с каждым последующим технологическим переходом, что объясняется повышением коэффициента распрямленности волокон в ленте. С повышением степени распрямленности и параллелизации волокон в ленте число контактирующих волокон и количество контактов между волокнами снижается. Из данных, представленных в таблице 2, распрямленность волокон в ленте I перехода по сравнению с волокнами чесальной ленты увеличивается на 10%, распрямленность волокон в ленте II перехода на 76 % выше, чем в ленте I перехода и на 96% выше, чем в чесальной ленте.

Провести оценку распрямленности волокон в ленте I и II переходов ленточных машин можно и по гистограммам масс, полученных на приборе PREMIER (Рис. 2). Из представленных графических данных видно, что с увеличением распрямленности волокон на II переходе ленточных машин (рис. 2, б) увеличивается модальная массодлина и возрастает асимметрия кривой распределения. Если в ленте с I перехода ленточных машин асимметрия равна -1,5% (рис. 1, а), то после второго перехода ленточных машин асимметрия уже составляет -0,8%. Знак «-» означает, что обе асимметрии отрицательны, что свидетельствует о неполном распрямлении волокон в ленте.

Кроме положения модального интервала, гистограммы отличаются друг от друга «крутизной». Эксцесс гистограммы а (рис. 2) ленты с I перехода ленточных машин составляет $E=-1,1$, а у гистограммы б (рис. 2) ленты со II перехода $E=-1,6$, что косвенно подтверждает наши предположения о том, что значения неровноты по массе менее рассеяны в варианте б по сравнению с вариантом а.

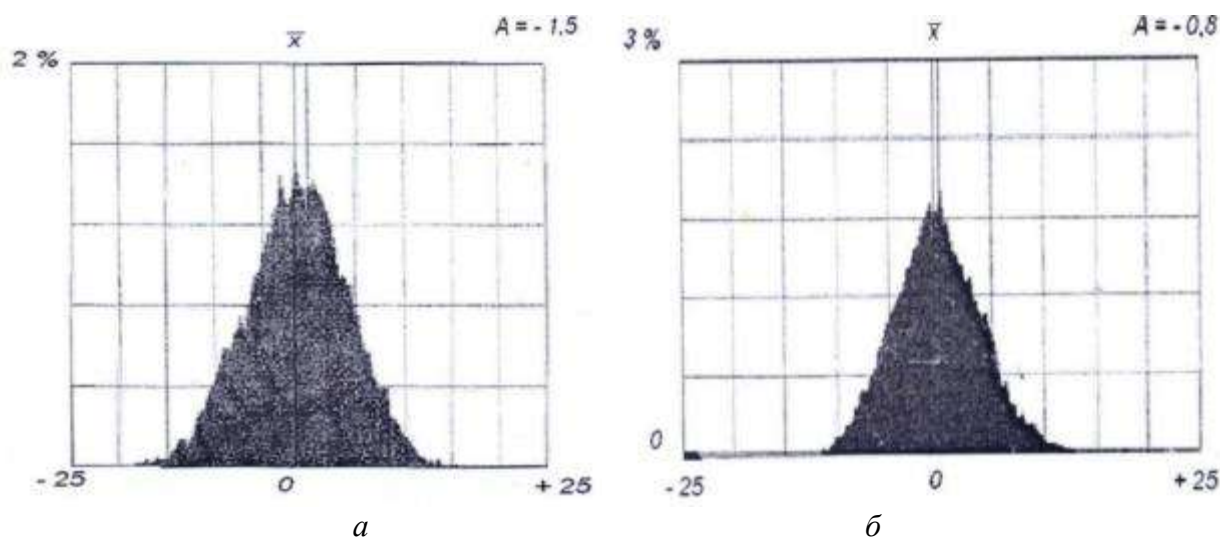


Рис. 2. Гистограммы масс ленты с I и II перехода ленточных машин

Выводы:

1. В процессе вытягивания в вытяжных приборах волокна, находящиеся под воздействием полей сил трения контактирующих с ними волокон, распрямляются. Коэффициент распрямленности волокон в ленте повышается.
2. Экспериментально установлено, что удельная работа разрыва чесальной ленты составляет 23,5 мДж/ктекс, у ленты с I перехода ленточных машин – 21,2 мДж/ктекс, а ленты II перехода ленточных машин – 12,0 мДж/ктекс.
3. С каждым переходом распрямленность волокон повышается, коэффициент распрямленности увеличивается, число контактирующих волокон уменьшается и число контактов между волокнами снижается.

Список литературы

1. Павлов Н. Т. Хлопкопрядение. Том второй. Приготовительный отдел. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.-Л.: Государственное издательство легкой промышленности, 1938 г. – 552 с., с. 36.
2. Методы определения свойств хлопка-волокна. Иванов С. С., Ладынина Л. П., Соловьев А. Н. и др. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Легкая индустрия, 1972 г. – 288 с., с. 136.
3. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление холстов, чесальной и гребенной ленты): Учебник для вузов / И. Г. Борзунов, К. И. Бадалов, В. Г. Гончаров и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 г. – 376 с., с. 235.
4. Жуманиязов К. Ж., Матисмаилов С. Л. и др. Исследование влияния распрямленности волокон на качество пневмомеханической пряжи. / Журнал «Проблемы текстиля», №1, 2014 г. – Ташкент: ТИТЛП.
5. Плеханов Ф. М., Плеханов А. Ф. Прядение: прошлое и настоящее. – Иваново: Ивановская газета, 2000 г., - 224 с., с. 79-80.
6. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья: учебное пособие (электр. издание) / Разумеев К.Э., Пашин Е.Л., Плеханов А.Ф. – Одинцово: АНОО ВПО «Одинцовский гуманитарный институт», 2013. – 375 с.
7. Теоретические основы технологии прядения / Разумеев К.Э., Павлов Ю. В., Плеханов А.Ф. и др. – Иваново: ИВГПУ, 2014. – 304 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОСНОВЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТА СЕРИЦИНА ПОЛУЧЕННОГО
ИЗ ОТХОДОВ ШЕЛКА
RESEACH OF THE TECHNOLOGY SILK RECEIVED SERICIN EXTRACTED FOR
SILK WASTES FOR YARN BASE IN WEAWING**

Яминова Заррина Акрамовна*, Одинцова Ольга Ивановна,
Плеханов Алексей Федорович***, Федорова Наталья Евгеньевна***
Yaminova Zarrina Akramovna *, Odintzova Olga Ivanovna **,
Plekhanov Aleksey Fedorovich ***, Fedorova Natalia Evgenievna *****

**Технологический университет Таджикистана, Республика Таджикистан, Душанбе
Technological University of Tajikistan;*

***Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново
Ivanovo State Chemical-Technological University;*

****Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(zyaminova@inbox.ru, odolga@yandex.ru, plekhanov-af@rguk.ru, fedorova-ne@rguk.ru)*

Аннотация: В работе объектом исследования для получения шлихты служил серицин, выделяемый из не утилизируемых отходов шелкового производства. В качестве сырья использовались очищенные от посторонних примесей отходы шелка. Хотя известно, что растворимость серицина в присутствии щелочей увеличивается, однако, в качестве растворителя выбрана вода как экономичный и экологически безопасный экстрагент. Результаты исследований раствора серицина полученной из не утилизируемых отходов шёлка показали, что серицин является актуальным для шлихтования хлопчатобумажной пряжи.

Abstract: In this work, the object of study for obtaining dressing was sericin, extracted from non-utilized waste from silk production. Silk waste purified from foreign impurities was used as raw material. Although it is known that the solubility of sericin in the presence of alkali increases, however, water was chosen as a solvent as an economical and environmentally friendly extractant. The results of studies of a solution of sericin obtained from non-recyclable silk waste showed that sericin is relevant for sizing cotton yarn.

Ключевые слова: серицин, шелк, отходы, шлихта, раствор, вязкость, клейкость.

Key words: sericin, silk, waste, dressing, solution, viscosity, tack.

На основании анализа специфики процесса шлихтования предполагается, что результатом действия крахмальной шлихты является образование прочной и эластичной пленки на поверхности пряжи, с пониженным коэффициентом трения, устранение ворсистой, укрепление и подготовка пряжи к многократным динамическим нагрузкам.

В случае использования раствора серицина из экстракта отходов шелка, в результате шлихтования клейкими растворами идет миграция значительной части малоразветвленных молекул в структуру пряжи и их закрепление за счет образования множественных водородных связей с целлюлозой и сопутствующими ей примесями. Прочная химическая связь, образуемая между целлюлозным волокном и серицином, в сочетании с рыхлостью его структуры позволяют предположить, что при использовании серицина в качестве шлихты необходимость последующей расшлихтовки отпадает. Причем, маловязкая система раствора серицина, не образует плотную пленку на поверхности пряжи, как в случае шлихтования крахмалом. Она диффундируя лишь склеивает волокна на стволе пряжи и, образуя более рыхлую структуру, не препятствует эффективной диффузии и адсорбции красителя в волокно.

При этом имеющиеся в серицине свободные функциональные группы боковых цепей могут образовывать химические связи не только с волокном, но и с молекулой красителя, обеспечивая тем самым прочность окраски готовых изделий. На прочность и устойчивость окраски будет влиять также и то, что в силу большой полярности молекулы серицина усиливаются силы межмолекулярного взаимодействия между волокном и красителем.

В процессе шлихтования значительно изменяются свойства пряжи:

- за счет приклея происходит увеличение массы пряжи, и следовательно, повышение ее линейной плотности;

- в результате склеивания отдельных волокон значительно повышается прочность пряжи и уменьшается ее удлинение, так как склеивание отдельных волокон препятствует изменению извитости и скольжению одних волокон относительно других.

Для того, чтобы ошлихтованная пряжа могла противостоять трению, переменным нагрузкам, удлиняться и сокращаться в процессе зевобразования, она должна быть достаточно гладкой, иметь большую по сравнению с мягкой пряжей прочность к истиранию, достаточное удлинение, необходимые влажность и процент приклея. На свойства пряжи после шлихтования влияет используемый для приготовления шлихты клеящий материал. На диаграмме 1 показаны физико-механические свойства хлопчатобумажной пряжи [1].

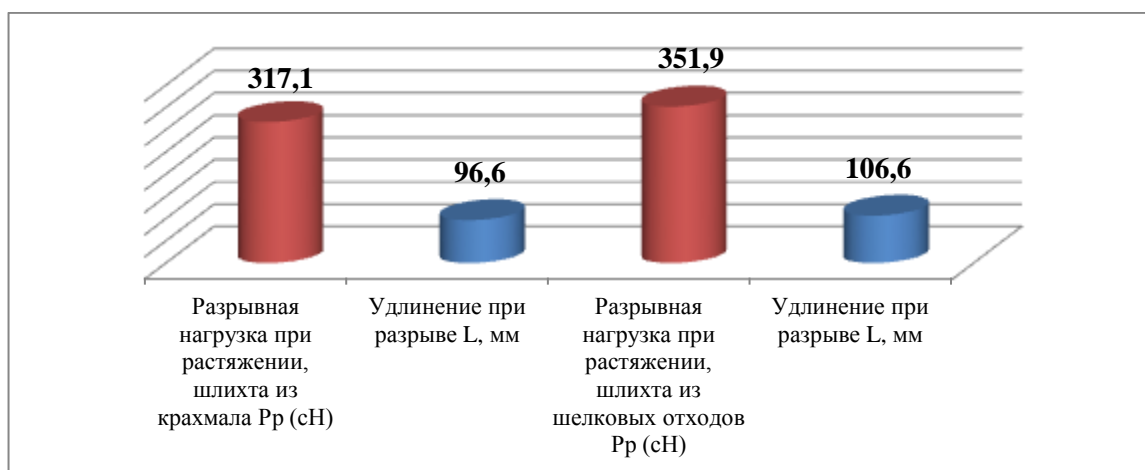


Рис. 1. Сравнительная диаграмма влияния состава шлихты на разрывную нагрузку и удлинение хлопчатобумажной пряжи

Данные рис.1. показывают, что при использовании крахмальной шлихты разрывная нагрузка одиночной пряжи линейной плотности 20 текс составила в среднем 317 сН, что на 10 % ниже, чем разрывная нагрузка пряжи ошлихтованной отходами шелка. Разрывная нагрузка пряжи, ошлихтованной раствором, полученным из отходов шелка, с добавлением крахмала, на 8,5 % выше. Обрывность такой основы при переработке на ткацких станках значительно ниже, чем у основы, ошлихтованной крахмальной шлихтой.

В экспериментах использовалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 20 текс, которая шлихтовалась по двум рецептам: из кукурузного крахмала (контрольный вариант - а) и экстракта шелковых отходов (опытный вариант - б). При определении сводных характеристик результатов эксперимента, число опытов и доверительный интервал результатов эксперимента определялись по методике профессора А. Г. Севостьянова [2].

1. Среднее квадратическое отклонение, V, %:

$$V = \sqrt{\frac{[(X_1 - M) + (X_2 - M) + \dots + (X_n - M)]}{n - 1}} ; \quad (1)$$

а) из кукурузного крахмала (контрольный вариант);

$$V = \sqrt{\frac{[(313 - 317,1) + (300 - 317,1) + \dots + (311 - 317,1)]}{(10 - 1)}} = \sqrt{\frac{4220,99}{9}} = \sqrt{468,99} = 21,66 \quad (2)$$

б) из экстракта шелковых отходов;

$$V = \sqrt{\frac{[(352 - 351,9) + (347 - 351,9) + \dots + (319 - 351,9)]}{(10 - 1)}} = \sqrt{\frac{5414,19}{9}} = \sqrt{601,58} = 24,527 \quad (3)$$

2. Коэффициент вариации, С, %:

$$C = \frac{V}{M} \cdot 100; \quad (4)$$

а) из кукурузного крахмала (контрольный вариант);

$$C = \frac{21,66}{317,1} \cdot 100 = 6,83 \quad (5)$$

б) из экстракта шелковых отходов (опытный вариант);

$$C = \frac{24,527}{351,9} \cdot 100 = 6,97 \quad (6)$$

3. Удельную разрывную нагрузку пряжи Р (сН/текс) определяли по формуле:

$$P = \frac{P_{o.c.p.}}{T}; \quad (7)$$

а) из кукурузного крахмала (контрольный вариант);

$$P = \frac{317,1}{29} = 10,9 \quad (8)$$

б) из экстракта шелковых отходов (опытный вариант);

$$P = \frac{351,9}{29} = 12,13 \quad (9)$$

Как видно из результатов математических расчетов, при использовании рецепта шлихты из экстракта шелковых отходов среднее квадратическое отклонение V (%), коэффициент вариации С(%) и удельная разрывная нагрузка пряжи Р (сН/текс) значительно превосходят показатели при использовании традиционного шлихтующего агента на основе крахмала.

Ниже приводятся сравнительные результаты апробации, предлагаемого рецепта шлихты, не требующее расшлихтовки суровых тканей перед крашением. В табл. 1 приведены рецепты шлихты, используемые в настоящее время на производственном объединении ООО «Нассочи Точик» в городе Душанбе, и предлагаемое взамен существующего из раствора экстракта серицина полученного из шелковых отходов.

Таблица 1 - Оптимальные значения параметров приготовления шлихты, обеспечивающие минимальную обрывность нитей основы в процессе ткачества

Показатель	Крахмальная шлихта	Шлихта с экстрактом серицина из шелковых отходов
Концентрация	500л воды/50кг крахмал	300л воды/15кг шелковых отходов
Температура шлихты в чане, °С	85	85
Время кипения шлихты, мин	30	40
Влажность основы, %	6-10	6-10
Вязкость шлихты, сек.	26	18

Температура шлихты в корыте, °С	75-80	65-70
Скорость шлихтования, м/мин	40	40
Глубина погружения ролика в шлихтовальное корыто, мм	72	72
Температура поверхности сушильных барабанов, °С	80-85	80-85

Таблица 2 - Данные производственной проверки обрывности на ткацких станках до и после шлихтования пряжи

№ наблюдения	Число обрывов на 1м ткани Миткаль №36	
	Ошлихтованной крахмальной шлихтой	Ошлихтованной экстрактом серицина из шелковых отходов
1-наблюдение	0,87- ед. изм	0,56
2- наблюдение	0,87	0,56
3- наблюдение	0,9	0,57
4- наблюдение	0,86	0,55
5- наблюдение	0,91	0,6

Полученные в ходе экспериментов данные и анализ технологических показателей процесса шлихтования пряжи с экстрактом шелковых отходов (табл. 1 и 2) показывают, что в результате шлихтования получается более прочная основа при минимальных затратах на ее приготовление. Если учесть, что при крашении суровой ткани исключается процесс расшлихтовки, то снижение себестоимости готовой продукции значительно повышается за счет исключения дополнительного технологического перехода.

Таблица 3 - Основные физико-механические показатели ошлихтованной хлопчатобумажной пряжи по ОСТ 17-362-85

Наименование	Пряжа ошлихтованная	
	крахмалом	экстрактом серицина
Линейная плотность, текс	20,0	20,2
Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	10,0	13,2
Коэффициент вариации по линейной плотности при испытании пасмой, %	2,4	2,6
Коэффициент крутки (фактический), %	55,4	54,0
Сорт	1	1
Класс	А	А

Как видно из данных таблицы 3, удельная разрывная нагрузка одиночной нити, являющаяся одним из основных физико-механических показателей хлопчатобумажной пряжи, у ошлихтованной предлагаемым составом, на 3,2 сН/текс выше, чем в контрольном варианте, при одинаковом коэффициенте вариации по линейной плотности пасмы.

В результате проведенных исследований установлено, что разработанная технология использования неутраченных отходов шелкового производства для шлихтования нитей основы позволяет полностью исключить стадию подготовки суровых тканей перед крашением активными красителями. (Новизна изобретения защищена патентом РТ №ТJ492 и Евразийский Патент № 028435). Экономический эффект от внедрения предлагаемого рецепта шлихты при выработке 100 пог. м ткани составил 1421,8 сомони (9479руб.).

Список литературы

1. Патент ТД № 459. Республика Таджикистан, МПК(2011.01) D02G 3/04; Способ получения комбинированной пряжи / Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; заявитель Яминова Заррина Акрамовна, патентообладатель - Технологический университет Таджикистана; заявл. 23.05.2011; опубл. 26.09.2011; Бюл. № 65.
2. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. Учебник для вузов текстил. пром-ти. — М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - 648 с.
3. Патент ТД № 625 Республика Таджикистан, МПК (2013) D01 C1/00; Способ получения порошка серицина / Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.; Хакимов Г.К.; заявители: Яминова Заррина Акрамовна, патентообладатели: Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.; Хакимов Г.К.; заявл. 16.01.2014; опубл. 27.06.2014; Бюл. № 97.
4. Методы исследования углеводов - Под ред. А.Я. Хорлина- М: Мир, 1975, -445 с.
5. Яминова З.А. Исследование клеящих свойств экстракта// Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке». -г. Махачкала РФ. – 2013. – с. 88-91.
6. Яминова З.А. Физико-химические аспекты получения серицина из шелковых отходов в хлопчатобумажную пряжу // Австрийский журнал технических и естественных наук. Вена. - 2015.-№ 1-2.-р.121-123.

УДК 677.021.17

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА ОЧИСТКИ А И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОЛОКНА В ОТХОДАХ НА ДВУХБАРАБАННОМ ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЕ 2-ВРМ RESEACH OF COTTON CLEANING EFFICIENSY AND DEGREE OF FIBER CONTENT IN WASTES ON TWO-DRYED CLEANER 2-VPM

Ахмедов Мирзокир Хакимович*, **Туйчиев Тимур Ортикович***,
Максудов Эркин Тухтаевич**, **Плеханов Алексей Федорович*****,
Разумеев Константин Эдуардович***
Akhmedov Mirzokir Khokimovich*, **Tuichiev Timur Ortikovich***,
Maksudov Erkin Tichtaevich**, **Plekhanov Aleksey Fedorovich*****,
Razumeev Konstantin Eduardovich***

**Ташкентский университет текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан, Ташкент, Tashkent institute of textile and light industry, Uzbekistan, Tashkent*

***АО «Пахтасаноат илмий маркази», Республика Узбекистан, Ташкент, JSC «Pachtanoat ilmiy markaz», Uzbekistan, Tashkent*

****Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow*

*(ahmed_MH@yandex.ru, to_tucha@gmail.com, maksudov_t@rambler.com,
pekhanov-af@rguk.ru, razumeev-ked@rguk.ru)*

Аннотация. В статье приведены результаты производственных испытаний нового волокноочистителя. В результате проведенных экспериментов определены основные технологические и аэродинамические показатели волокноочистителя. Эффект очистки волокнистой массы на двухбарабанном прямоточном волокноочистителе увеличился до 30÷40 %, что в два раза выше по сравнению с аналогичными показателями на существующих волокноочистителях. Эффект очистки волокнистой массы достигается за счет снижения содержания пороков и сорных примесей в волокне, снижении потерь волокна в отходы при

переработке хлопкового волокна трудно очищаемых сортов хлопчатника, а так же машинного способа сбора урожая хлопка-сырца.

Annotation. The article presents the results of production tests of a new fiber wiper. As a result of the experiments, the main technological and aerodynamic parameters of the fiber cleaner were determined. The effect of cleaning the pulp on a double-drum straight-through fiber cleaner increased to 30 ÷ 40%, which is two times higher compared to similar indicators on existing fiber cleaners. The effect of cleaning the pulp is achieved by reducing the content of defects and weedy impurities in the fiber, reducing the loss of fiber into waste during the processing of cotton fiber of hard-to-clean cotton varieties, as well as by the machine method of harvesting raw cotton.

Ключевые слова. Хлопок-сырец, волокноочиститель, массовая доля пороков и сорных примесей, волокно, сорт и класс хлопка-сырца, засоренность, влажность, отходы волокноочистителя, эффект очистки.

Keywords. Raw cotton, fiber cleaner, mass fraction of defects and weeds, fiber, grade and class of raw cotton, weediness, humidity, fiber cleaner, cleaning effect.

Проблема повышения качества хлопкового волокна, улучшение физико-механических свойств текстильных материалов и сырья остается одной из наиболее актуальных научных проблем, стоящих перед учеными отрасли и хлопкоочистительной промышленностью Республики Узбекистан. Любые рационализаторские предложения, разработки и изобретения, направленные на снижение содержания пороков, сорных и жестких примесей в волокне, требуют пристального внимания и изучения научного сообщества.

Наиболее значимым участком для поиска перспективных технических решений в технологической цепочке оборудования хлопкоочистительного завода является процесс очистки волокнистой массы от сорных и жестких примесей. Если на современном этапе развития техники и технологии при очистке хлопка-сырца достигается максимальный эффект очистки около 80÷85%, то при очистке хлопкового волокна после процесса джинирования этот показатель находится всего лишь на уровне 15÷25%. Следовательно, научно-технологическая задача значительного увеличения эффекта очистки волокнистой массы на волокноочистительных машинах по-прежнему остается актуальной.

При этом следует так же принять во внимание тот факт, что в последнее время на хлопкоочистительных заводах наблюдается увеличение доли в общем объеме заготавливаемого хлопка-сырца селекционных сортов хлопчатника, содержащего трудно отделяемые пороки, сорные и жесткие примеси. Если в 2005 году количество хлопка-сырца, полученного из трудно очищаемых сортов хлопчатника, составляло 43,7% от общего объема урожая, то в 2014 году оно уже составило 51,2%.

Практика промышленной переработки хлопка-сырца трудно очищаемых средневолокнистых сортов хлопчатника показывает, что специфические особенности этих разновидностей, не позволяют получать требуемое стандартом качество хлопкового волокна на существующих очистителях, применяемых на хлопкоочистительных заводах. Кроме этого, последние годы в Республике снова получил широкое распространение машинный сбор хлопка-сырца, при котором содержание сорных и жестких примесей в волокнистой массе составляет 10÷15% и более для первых сортов хлопка-сырца. При таких условиях получение качественного хлопкового волокна, отвечающего требованиям отечественного и международного стандартов на существующих волокноочистителях не представляется возможным. Поэтому нами были проведены исследования по поиску направлений дальнейшего развития и повышения эффекта очистки волокнистой массы от сорных и жестких примесей на новых и существующих очистителях хлопка за счет разработки высокоэффективного агрегата для очистки волокна на хлопкоочистительных заводах.

С учетом технологических недостатков существующих волокноочистителей марки 1ВПУ и положительных результатов стендовой установки двухбарабанного волокноочистителя, нами был разработан опытно-промышленный образец двухбарабанного прямоточного волокноочистителя марки 2-ВПМ, представленного на рисунке 1.

Экспериментальные исследования промышленного образца двухбарабанного волокноочистителя марки 2-ВПМ проводились нами на Зарбдорском хлопкоочистительном заводе Джизакской области с использованием в исследованиях хлопка-сырца урожая 2016 года.

Волокноочиститель работает следующим образом. Волокно, транспортируемое воздушным потоком от пильного джина через подводящий патрубок 1, поступает к первому пильному цилиндру 2, захватывается его пильчатой гарнитурой и закрепляется на ней притирочной щеткой и протаскивается по колосниковой решетке 3, в результате чего происходит очистка волокна от сорных и жестких примесей. Далее под действием центробежной силы волокна с зубьев пил отбрасываются ко второму пильному барабану 4, где процесс очистки волокна от сорных и жестких примесей повторяется снова. Притирочная щетка, закрепляет клочки волокон к зубьям пильного барабана. Установка направителя 5 между пильными цилиндрами устраняет транзит неочищенного волокна в зазоре между стенками направителя и пильного барабана. Очищенное волокно через выходной патрубок 6 направляется к общебатарейному волокноотводу. Жалюзийная решетка 7 служит для регулировки аэродинамического режима волокноочистителя.

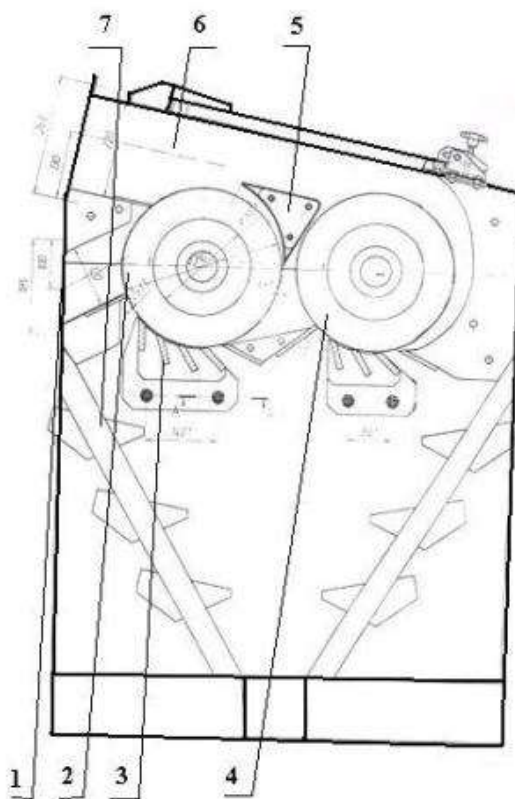


Рис.1. Двухбарабанный прямоточный волокноочиститель марки 2-ВПМ

С целью определения эксплуатационной надежности и эффективности работы нового двухбарабанного прямоточного волокноочистителя в августе 2016 года опытный образец был установлен в цепочку технологического оборудования для переработки хлопка-сырца на Зарбдорском хлопкозаводе Джизакской области.

В проведенных ранее исследованиях [1] установлено, что эффективность работы прямоточных волокноочистителей зависит от организации аэродинамического режима работы машины. Поэтому вначале перед постановкой экспериментов нами были проведены исследования по определению оптимального аэродинамического режима работы нового волокноочистителя по известной методике [2]. В производственных условиях нами были проведены эксперименты, в процессе которых изменялось разрежение на выходе волокноочистителя и отбирались образцы волокна на входе и выходе из волокноочистителя, а также выделенные отходы. Результаты этих опытов приводятся в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследований влияния аэродинамического режима работы волокноочистителя на показатели процесса очистки.

№	Разрежение воздуха на выходе, кг/м ²	Содержание волокна в отходах, %	Содержание пороков и сорных примесей в волокне до очистки, %	Содержание пороков и сорных примесей в волокне после очистки, %	Эффект очистки, %
1	-1	45,8	7,1	2,51	40,1
2	-5,5	33,3	6,8	2,6	31,2
3	-8	21,4	3,65	2,4	37,6
4	-12	16,3	3,72	2,91	24,5

По данным таблицы 1 построены графики изменения эффекта очистки (рис. 2) и содержания волокна в отходах (рис. 3), в зависимости от степени разрежения на выходе волокноочистителя. Таким образом, с увеличением разрежения воздушного потока на выходе из волокноотделителя эффект очистки волокнистой массы и содержание волокна в отходах снижается, что подтверждает ранее сделанные выводы о характерной особенности прямоточных пыльных волокноочистителей [3].

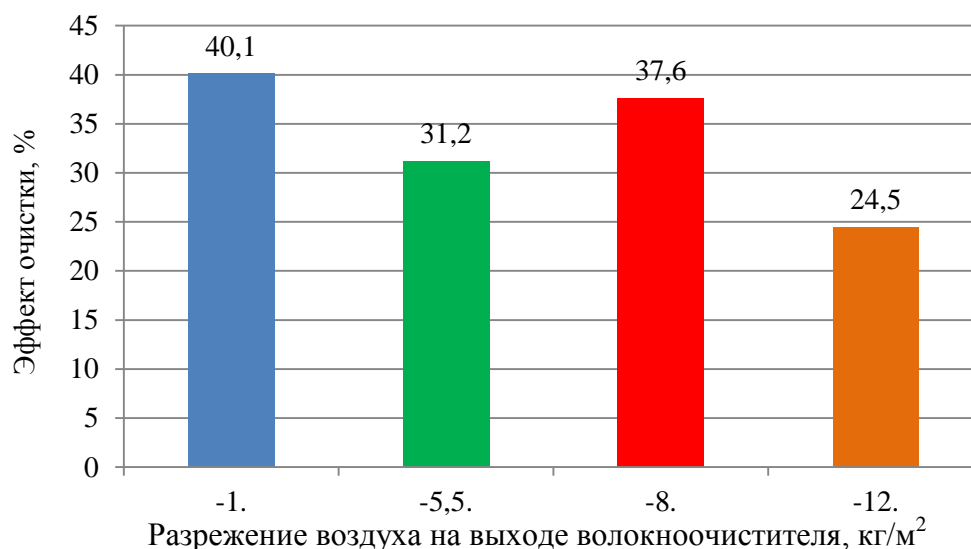


Рис. 2. Изменение эффекта очистки хлопкового волокна, в зависимости от разрежения воздуха на выходе волокноочистителя 2-ВПМ

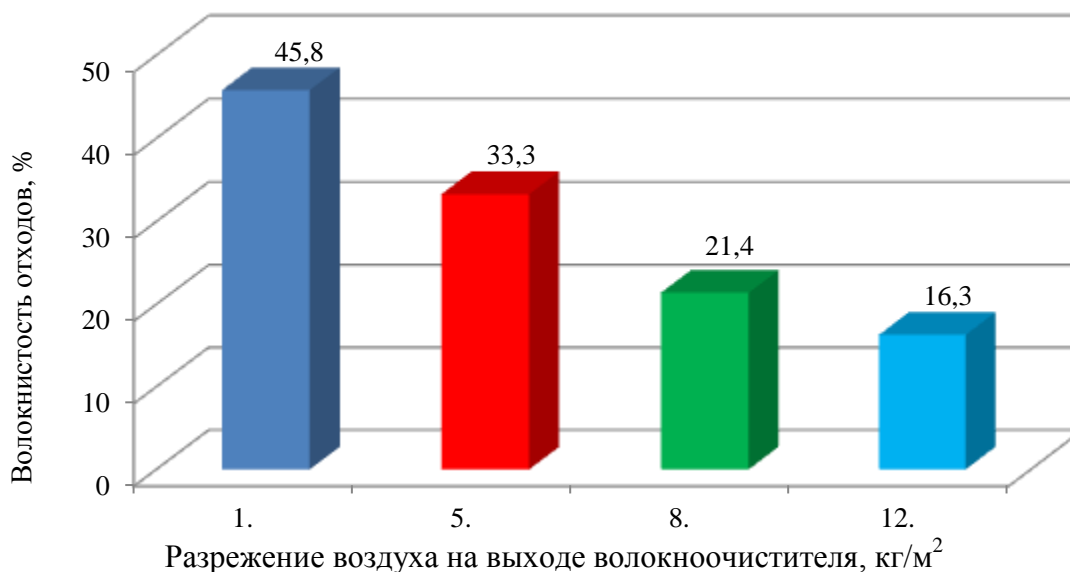


Рис. 3. Содержание волокна в отходах, в зависимости от разрежения воздуха на выходе из волокноотделителя

В целях получения максимального эффекта очистки волокнистой массы, необходимо установить минимальное разрежение в выходном патрубке 6 волокноочистителя. Однако при этом необходимо учитывать, что с уменьшением разрежения на выходе волокноочистителя 6 повышается давление в подводящем входном патрубке 1, что может вызвать нарушение нормальной работы джина. В проведенной нами серии испытаний оптимальное соотношение аэродинамических и технологических показателей наблюдалось при разрежении на выходе волокноочистителя порядка 8 кг/м² (~80 Па). При этом обратное давление в соединительном патрубке находилось на пределе допустимого.

Эксперименты по исследованию волокноочистителя проводились нами в едином технологическом режиме при полной рабочей нагрузке. Данные, приведенные в таблице 1, не следует рассматривать как показатели, дающие исчерпывающую характеристику волокноочистителя. В результате проведенных экспериментов определен аэродинамический режим, при котором содержание волокна в отходах не превышала 15÷25%.

Производственные испытания нового волокноочистителя под нагрузкой были проведены в сентябре 2016 года на хлопке, полученном из хлопка-сырца урожая 2016 года. Исследования проводились на хлопке-сырце ручного сбора 1-го промышленного сорта, 2-го класса селекционных сортов С-6341 и Порлок-1, Каждый эксперимент по определению эффекта очистки волокнистой массы и фактических средних показателей хлопкового волокна проводился в 3-х повторностях. Результаты производственных испытаний нового волокноочистителя представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты производственных испытаний двухступенчатого прямоточного волокноочистителя марки 2-ВПМ на Зарбдорском хлопкоочистительном заводе при очистке волокна из хлопка-сырца урожая 2016 года.

№	Исходный хлопок сырца с бунта				Хлопок-сырец перед джином		Содержание пороков и сорных примесей в волокне, после джина, %	Содержание пороков и сорных примесей в волокне, после волокно очистителя, %	Содержание волокна в отходах волокноочистителя, %	Эффект очистки волокнистой массы, %
	Селекционный сорт	Сорт и класс	Засоренность, %	Влажность, %	Засоренность, %	Влажность, %				
1	Порлок-1	1/2	4,5	7,9	1,30	7,7	3,54	2,20	14,1	37,6
2	С-6341	1/2	6,5	9,0	1,15	8,3	3,10	2,00	16,2	35,4
3	С-6341	1/2	6,1	9,3	1,30	8,9	3,30	2,10	15,1	33,3
4	С-6341	1/2	5,9	9,1	1,40	8,5	3,40	2,20	17,2	35,5
5	Порлок-1	1/2	7,2	8,5	1,60	7,2	3,80	2,40	10,1	36,8
6	Порлок-1	1/2	8,5	8,2	1,90	7,1	3,90	2,45	13,4	35,7
7	Порлок-1	1/2	8,1	8,4	1,80	7,8	4,00	2,55	12,3	37,1
8	Порлок-1	1/2	8,3	8,5	1,70	8,1	3,80	2,40	14,1	36,8
Среднее		1/2	6,9	8,6	1,52	8,0	3,60	2,28	14,1	35,7

Как видно из полученных результатов, при переработке хлопка-сырца 1-го промышленного сорта, 2-класса, селекционного сорта С-6341, содержание пороков и сорных примесей в волокне после джина составляет 3,1÷3,5 %, а после волокноочистителя снизилось до 2,0÷2,2 %. При переработке хлопка-сырца промышленного 1-сорта и 2-класса, селекционного сорта Порлок-1 содержание пороков и сорных примесей составила 3,8÷4,0 %, а в хлопковом волокне после волокноочистителя – 2,4÷2,5 %. Эффект очистки волокнистой массы на новом волокноочистителе увеличился до 33÷38 %. Средний эффект очистки волокнистой массы в эксперименте составил 35,7%, что в два раза больше по сравнению с существующими однобарабанными волокноочистителями марки 1-ВПУ [4].

Увеличение эффекта очистки дало возможность повысить качество волокна за счет снижения содержания пороков сорных и жестких примесей в волокне, особенно за счет уменьшения мелких и крупных сорных примесей, улюка, кожицы с волокном и битых семян.

Одним из важных технологических показателей волокноочистителя является содержание в отходах волокноочистителя его волокнистой составляющей.

В процессе производственных испытаний нового волокноочистителя определялось содержание волокна в отходах. В результате проведенных исследований установлено, что за счет оптимизации и улучшения аэродинамического режима на выходе содержание волокна в отходах после волокноочистителя составила 15÷17%, что значительно ниже чем у существующих волокноочистителей марки 1ВПУ. Снижение потерь волокна в отходы увеличивает выход текстильного сырья – хлопкового волокна.

Существующие однобарабанные прямоточные волокноочистители марки 1ВПУ установленные на хлопкоочистительных заводах из-за низкого эффекта очистки не обеспечивают требуемого качества, предъявляемого к хлопковому волокну требованиями стандарта, особенно при переработке волокна трудноочищаемых сортов хлопчатника и машинного сбора хлопка-сырца.

Разработанный и изготовленный промышленный образец двухбарабанного прямоточного волокноочистителя марки 2-ВПП, установленный на Зарбдорском хлопкоочистительном заводе, показал высокую эксплуатационную надежность и технологические возможности нового технологического оборудования.

Эффект очистки волокноочистителя увеличен до 35÷37 %, что по сравнению с уровнем аналогичного показателя существующих волокноочистителей возросло в 2 раза. Снижение содержания пороков и сорных примесей в волокне позволяет улучшить качество хлопкового волокна, особенно при переработке хлопка-сырца трудноочищаемых сортов хлопчатника и машинного сбора.

Список литературы

1. Котов Ю. С. Исследования процесса многократной очистки волокна по прямоточному принципу на хлопкозаводах пильного джинирования. Дисс. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1974.

2. Отчет о научно-исследовательской работе по проекту №6.11.70 «Создание эффективного волокноочистителя с повышенным очистительным эффектом». ЦНИИХпром. Ташкент, 2016. 54 с.

3. Справочник по первичной обработке хлопка. Книга 2. – Ташкент: изд. Мехнат, 1995.

4. Патент Республики Узбекистан, № 5075 «Однобарабанный волокноочиститель». Зикриёев Э., Максудов Э.Т., Ташкент, 1998.

5. Плеханов А. Ф. Разработка и оптимизация параметров работы новых машин разрыхлительно-трепального агрегата с целью повышения разрыхления и очистки волокнистого материала при пневмомеханическом прядении. Дисс. ... канд. техн. наук. – Москва: МТИ им. А. Н. Косыгина, 1989, 225 с.

6. Плеханов А. Ф. Разработка способов очистки волокнистых материалов и создание безотходной технологии в хлопкопрядении. Дисс. ... докт. техн. наук. – Москва: МГТА им. А.Н. Косыгина, 1994 г., 320 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ПО МАТРИЦЕ ПЛАНИРОВАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТА КОНО-2 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
РАСЧЕТА**

**DETERMINATION OF THE REGRESSION MODEL BY KONO-2 EXPERIMENT
PLANNING MATRIX USING AUTOMATED CALCULATION**

**Королева Наталия Алексеевна
Koroleva Nataliya Alekseevna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(koroleva-na@rguk.ru)*

Аннотация: Разработана программа в вычислительной среде Mathcad, позволяющая выполнить автоматизированный расчет по определению регрессионной модели по матрице планирования эксперимента КОНО-2. Описана работа исследователя в программе. Приведены результаты апробации программы.

Abstract: A program in the Mathcad computing environment is developed that allows to perform an automated calculation to determine the regression model using the KONO-2 experiment planning matrix. The work of the researcher in the program is described. The results of the program testing are presented.

Ключевые слова: обработка результатов эксперимента, регрессионная модель, матрица КОНО-2, Mathcad.

Keywords: processing of experimental results, regression model, KONO-2 matrix, Mathcad.

Технологические процессы и объекты текстильной промышленности характеризуются большим числом взаимосвязанных факторов, наличием существенных неконтролируемых воздействий и ошибок измерения отдельных факторов и случайным изменением во времени характеристик. В настоящее время в связи с широкой автоматизацией технологических процессов уделяется большое внимание математическому описанию технологического процесса. Сущность математического описания объекта или процесса заключается в получении математической модели или соотношения, связывающего характеристики входящего в объект материала или процесса и выходящего продукта. Зная математическую модель процесса или объекта, можно спрогнозировать свойства выходящего продукта, оценить степень влияния входных факторов с целью разработки схемы контроля и стабилизации наиболее сильно влияющих факторов, а также осуществить оптимизацию процесса. Математическая модель считается адекватной объекту, если с достаточной точностью отражает его поведение, т.е. изменения одного или нескольких выходных параметров при варьировании входных параметров (факторов) в заранее заданном диапазоне.

Эффективным средством экспериментального изучения объектов являются статистические методы, основанные на проведении экспериментов и последующей статистической обработке их результатов с целью извлечения объективной информации о свойствах объекта. Получение математических моделей для сложных многофакторных объектов текстильной промышленности экспериментально-статистическими методами связано с большим объемом вычислительных работ. Поэтому эффективность работы исследователей значительно повышается при использовании современных ЭВМ. Быстрое решение задач возможно только при наличии соответствующей вычислительной среды.

На кафедре текстильных технологий разработана программа в вычислительной среде Mathcad, позволяющая выполнить автоматизированный расчет по определению

регрессионной модели по матрице планирования эксперимента КОНО-2. Эта матрица широко используется при планировании эксперимента в текстильной промышленности, так как обладает свойствами равномерности и ротатабельности и включает небольшое число опытов. Активный эксперимент, проведенный по матрице КОНО-2, позволяет получить регрессионную модель второго порядка, описывающую влияние факторов x_1 и x_2 на выходной параметр y , которая имеет следующий вид [1]:

$$y(x_1, x_2) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2.$$

Автоматизированный расчет исследователь начинает с ввода экспериментальных значений. Места в программе, где исследователь должен ввести какие-либо значения, выделены цветом, что дает возможность быстро сориентироваться в программе. Затем, выполняется проверка гипотезы об однородности дисперсий в опытах матрицы с помощью критерия Кочрена. Если расчетное значение критерия Кочрена меньше табличного, то дисперсии однородны и проведенный многофакторный эксперимент обладает свойствами воспроизводимости. Далее определяются коэффициенты регрессии и расчетные значения критерия Стьюдента, которые исследователь сравнивает с табличным значением, приведенным в программе, и делает вывод о значимости коэффициентов регрессии. Если расчетные значения критерия Стьюдента больше табличного, то гипотеза о значимости коэффициентов регрессии не отвергается. Исследователь вручную вводит число значимых коэффициентов. После этого программа определяет расчетное и табличное значение критерия Фишера и делает вывод об адекватности полученной модели. Если расчетное значение критерия Фишера меньше табличного, то гипотеза об адекватности полученной регрессионной многофакторной модели не отвергается.

Данная программа была апробирована при определении зависимости воздухопроницаемости иглопробивного нетканого полотна от поверхностной плотности полотна и числа проколов [2]. Программа позволила быстро произвести расчет и получить точные результаты, исключила возможность ошибки, которую мог бы допустить исследователь, выполняя расчет на калькуляторе. Последовательность действий исследователю понятна, не возникло никаких трудностей с формулированием выводов по результатам расчета. Таким образом, разработанная программа по обработке данных эксперимента и определению регрессионной модели по матрице КОНО-2 может быть использована при проведении научно-исследовательских работ в текстильной промышленности, а также при дипломном проектировании.

Список литературы

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико - технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
2. Мелешенко Е.А., Королева Н.А., Полякова Т.И. Оптимизация свойств иглопробивного нетканого полотна для кровельных покрытий. // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС – 2019): сборник материалов Международной научной студенческой конференции. Часть 3. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – С. 55-58.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТОЙКОСТИ К ИСТИРАНИЮ
ОБРАЗЦОВ НАТУРАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОТОКОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ
EXPERIMENTAL STUDIES OF RESISTANCE TO ABRASION OF SAMPLES OF
NATURAL TEXTILE MATERIALS, NANOSTRUCTURED BY A LOW-TEMPERATURE
PLASMA FLOW**

**Хамматова Венера Васильевна, Гайнутдинов Руслан Фаридович
Khammatova Venera Vasilovna Gaynutdinov, Ruslan Faridovich**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань
Kazan national research technological university, Russia, Kazan
(e-mail: venerabb@mail.ru; gainutdin_ruslan@mail.ru)*

Аннотация: В статье описывается электрофизический метод наноструктурирования натурального текстильного материала с содержанием хлопка при воздействии потока неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления, который обладает следующими преимуществами: эффективно и устойчиво изменяет поверхностные свойства образца, при этом не ухудшая объемные характеристики, не нагревает материал до температуры, вызывающей его расплавление или деструкцию. Одним из основных показателей определяющих качество наноструктурированных тканей для специальной одежды с содержанием натуральных волокон являются стойкость к истиранию. Проведены исследовательские испытания механических характеристик материалов, необходимых при эксплуатации изделий специального назначения.

Abstract: The article describes the electrophysical method of nanostructuring a natural textile material with cotton when exposed to a stream of non-equilibrium low-temperature plasma of reduced pressure, which has the following advantages: it effectively and stably changes the surface properties of the sample, while not compromising volume characteristics, it does not heat the material to a temperature causing it to melt or destruction. Abrasion resistance is one of the main indicators determining the quality of nanostructured fabrics for special clothes containing natural fibers. Research tests of the mechanical characteristics of materials necessary for the operation of special-purpose products have been carried out.

Ключевые слова: плазма, стойкость к истиранию, наноструктурирование, экспериментальный образец, специальная одежда, текстильный материал, хлопок

Keywords: plasma, abrasion resistance, nanostructuring, experimental piece of special clothing, textile material, cotton

В современных условиях производства экспериментальных образцов текстильных материалов, важным направлением является выпуск продукции высокого качества вследствие применения современных технологий обработки натуральных материалов легкой промышленности. В настоящее время в текстильном производстве традиционный текстиль уходит в прошлое, а его место занимает «умный» текстиль специального назначения и для его получения используют наукоемкие технологии. Нанотехнологии позволили создать токопроводящие текстильные материалы, которые оказались востребованными не только для военного назначения, но и во многих отраслях мирной жизни. В связи с этим особую значимость приобретают электрофизические поверхностные методы наноструктурирования экспериментальных образцов текстильных материалов, как наиболее эффективные и экономичные способы улучшения механических и физических свойств натуральных материалов [1]. К ним относятся воздействие: электрического или оптического излучения, электрического тока и его разрядов, электромагнитного поля, а также плазменной струи [2].

Особенностью электрофизических методов наноструктурирования экспериментальных образцов текстильных материалов является то, что электрическая энергия используется без промежуточного ее преобразования в другие виды энергии непосредственно в рабочей зоне через тепловое, химическое, механическое воздействие [3].

С целью интенсификации ряда технологических процессов текстильного производства и управления их микроструктурой для улучшения физико-механических свойств применяется ультразвуковая или магнитная обработка. Обработку хлопкового волокна проводили на лабораторной ультразвуковой установке ИЛ-100-6/6 с частотой 22 кГц в течение 1-10 мин. Для получения высокой капиллярности для хлопкового волокна требуется более длительное ультразвуковое воздействие и введение в раствор поверхностно-активных веществ [4].

Исследовано влияние ультразвука на свойства хлопчатобумажной ткани, ее гидрофильность, прочность, и степень расшлихтовки. Отмечалось, что применение ультразвука не снижало активности амилазы и оказывало значительное влияние на гидрофильность ткани. Исследования проводились на ультразвуковой машине фирмы AGS Group [5].

По предварительным исследованиям известно, что наноструктурирование льняных тканей в низкотемпературной плазме тлеющего разряда позволяет существенно увеличить их капиллярность [6-10]. Наноструктурирование суровой ткани, обработанной плазмой, показало, что количество фиксированного красителя возрастает в три раза по сравнению с фиксацией красителя исходным образцом.

Таким образом, низкотемпературная плазма тлеющего разряда при взаимодействии с натуральными капиллярно-пористыми материалами обеспечивает эффекты интенсивной очистки и травления поверхности.

Одним из современных методов электрофизического наноструктурирования поверхности экспериментальных образцов текстильных материалов является их обработка в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления, которая используется для повышения свойств экспериментальных образцов текстильных материалов [11].

В данной работе проведены исследования влияния неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления на стойкость к истиранию экспериментальных образцов текстильных материалов с содержанием натуральных волокон хлопка. Из многообразных причин, приводящих к ухудшению свойств текстильных изделий специального назначения в процессе их эксплуатации, а в отдельных случаях, делающих невозможным дальнейшее использование изделий по назначению, истирание, особенно у тканей для одежды специального назначения, является основным фактором. Действительно, в процессе носки одежда разрушается в первую очередь там, где отдельные ее детали многократно соприкасаются с окружающими предметами или с тканью других участков этого же изделия.

Стойкость тканей к истиранию зависит от вида волокон и силы закрепления их в структуре материала. Здесь в первую очередь играют роль геометрические характеристики волокон, их фрикционные свойства, структура нитей и тканей. Наибольшей стойкостью к истиранию обладают ткани, которые состоят из волокон, имеющих высокую стойкость к многократным деформациям растяжения, изгиба, кручения и смятия, в том числе и высокую стойкость к истиранию, это натуральные волокна - шерсть, лен, хлопок. Повышенной стойкостью к истиранию обладают, как правило, смешанные ткани из комплексных химических и натуральных нитей.

Обработка экспериментальных образцов наноструктурированных целлюлозосодержащих текстильных полотен осуществлялась на уникальной полупромышленной плазменной установке периодического действия «ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3».

Наноструктурирование экспериментальных образцов текстильных материалов с содержанием хлопка проводилось следующим образом, рулон исходного материал

устанавливался внутри вакуумной камеры и протягивался через перемоточные валы на приемный вал для перемотки рулонного материала, и устанавливался между ВЧ электродами в вакуумной камере, затем вакуумная камера закрывалась. При закрытии крышки вакуумной камеры с помощью откатной двери, электроды устанавливались в рабочее положение. В камере создавалось пониженное давление и происходила обработка в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы при мощности разряда (P_p)=0,2-2,0 кВт, расходе плазмообразующего газа воздуха (G) от 0 до 0,08 г/с, давлении в вакуумной камере (P) от 13 до 53 Па и времени обработки (τ) от 1 до 3 метров в минуту, мощности установки ($P_{\text{потр.}}$) от 1,0 до 5,0 кВт. В качестве плазмообразующего газа использовали воздух.

Изменяя параметры электрического разряда и вид плазмообразующего газа, можно управлять составом химически активных частиц и, следовательно, характером воздействия ННТП обработки на текстильный материал. Сильная неравновесность плазмы, генерируемая ВЧЕ разрядом пониженного давления с энергией частиц до 100 эВ, приводит к наноструктурированию внутренних и наружных поверхностных слоев экспериментальных образцов текстильных материалов, при этом обрабатываемый в плазме материал остается холодным, что позволяет с помощью плазменного потока получать эффекты, недостижимые другими видами плазменного воздействия.

Объектом исследования являлась полульняная ткань с содержанием хлопка, со светопрочной комбинированной водоупорной и биостойкой пропиткой. Одним из основных показателей определяющих качество наноструктурированных тканей для специальной одежды с содержанием натуральных волокон являются механические характеристики, а именно стойкость к истиранию. Стандартный метод экспериментальной оценки стойкости к истиранию материалов (ГОСТ 9913-90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию») позволяет определить их выносливость, то есть устойчивость к действию многократных деформаций растяжения, изгиба, кручения и смятия.

Экспериментальные исследования стойкости к истиранию полульняной ткани с содержанием хлопка от видов обработки ННТП проводились с применением современного оборудования - прибора типа МТ191 на контрольном образце и образце, наноструктурированном в плазме. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение стойкости к истиранию образцов суровых тканей от параметров наноструктурирования ННТП. Режим наноструктурирования: $G = 0,04$ г/с; $\tau=2$ м/мин

Мощность разряда, W_p , кВт	Стойкость к истиранию, циклы при давлении в вакуумной камере, P_k (Па)			
	"Премьер Комфорт 250"	"Премьер Cotton 300"	"Премьер FR-350"	"Парусина полульняная"
	$P_k = 20$		$P_k = 24$	$P_k = 20$
2,0	6 900	7 000	7 500	750
2,5	7 700	7 700	8 300	830
3,0	8 000	8 500	8 800	910
3,5	8 400	9 000	9 000	1 000
4,0	9 000	7 500	8 500	890
4,5	8 800	7 000	7 800	850
Контрольный образец	6 000	4 000	7 000	600

Анализ результатов экспериментальных исследований, представленных в таблице 1, показал, что стойкость к истиранию образцов текстильных материалов после ННТП наноструктурирования увеличивается относительно контрольных образцов в суровых тканях "Премьер Комфорт 250" на 50,0%, "Премьер FR-350" на 28,5%, "парусина полульняная" на 66,6%, а в ткани "Премьер Cotton 300" в 1,2 раза.

Заключение

Таким образом, значения полученных показателей стойкости к истиранию образцов текстильных материалов зависят от вида и состава применяемых текстильных волокон, их строения, истираемой поверхности и режимов наноструктурирования ННТП. Увеличение стойкости к истиранию образцов после плазменного наноструктурирования происходит за счет конформационных изменений макромолекул целлюлозы, вследствие чего происходит усиление межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами, что приводит к уплотнению надмолекулярной структуры хлопковых волокон.

Максимальные показатели стойкости к истиранию экспериментальных образцов достигаются в результате обработки ННТП в суровых тканях "Премьер Комфорт 250" на 50,0%, "Премьер FR-350" на 28,5%, "парусина полульняная" на 66,6%, а в ткани "Премьер Cotton 300" в 1,2 раза, относительно контрольных образцов.

Список литературы

1. Абдуллин, И.Ш. Высокочастотная плазменная обработка в динамическом вакууме капиллярно-пористых материалов. Теория и практика применения / И.Ш. Абдуллин, Л.Н. Абуталипова, В.С. Желтухин, И.В. Красина. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2004. – 428с.
2. Чешкова, А. В. Использование ВЧ-нагрева при ферментативной расшлихтовке и перекиси белиения тканей / А.В. Чешкова, В.С.Побединский, В.И.Лебедева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1994. №6. С.51.
3. Гриневич, В.И. Кинетика и механизм воздействия низкотемпературной плазмы на карбоцепные полимеры: автореф. дис... канд. хим. наук. – М., 1983. – 23 с.
4. Шибашов, А.В. Интенсификация удаления сопутствующих примесей хлопкового волокна в процессе белиения с ультразвуком /А.В. Шибашов, Ф.Ю. Телегин // Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 3. С. 48-51.
5. Duran, K. Pretreatment of cotton fabric by aid of continuous ultrasonic machine / K. Duran, A. Korlii, S. Perincek, I. Bahtiyari // Ind. text. 2009. V. 60, №. 1. P. 3–10.
6. Оулет, Р. Технологическое применение низкотемпературной плазмы / Р. Оулет, М. Барбье, П. Черемисинофф и др. / Пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 144 с.
7. McCracken, G.M. The behaviour of surface under ion bombardment / G.M. McCracken // Rep. Progress Physics. 1975. V. 38. № 2. P. 241 – 327.
8. Тихомиров, Л.А. Исследование действия плазмы газового разряда на каучук СКН-26 /Л.А. Тихомиров, Ж.С. Кияшкина // IV Всесоюзн. симп. по плазмохимии: тез. докл. – Днепропетровск, 1984. С. 91 – 92.
9. Egitto, F.D. Metallized Plastics: Fundamental and Applied aspects / F.D. Egitto, L.J. Matienzo // Contributed Papers of 189th Meeting of the Electrochemical Society. – Los Angeles, 1996. – P. 283–301.
10. Arefi, F. Metallized Plastics / F. Arefi, M. Tatoulian, V. Andre, J. Amouroux, G. Lorang // Fundamental and Applied Aspect. New York: Plenum Press, 1992. V. 3. 340 p.
11. Хамматова, Э.А. Повышение механических свойств многофункциональных экспериментальных образцов текстильных материалов для производства изделий специального назначения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности», Иваново, 2014. №5. С. 44-48.

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУЛЬНЯНОЙ
ПАРУСИНЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ
INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF SEMI-SILAR SAILS
WITH IMPROVED STRENGTH PROPERTIES**

**Хамматова Венера Васильевна *, Разумеев Константин Эдуардович **
Khammatova Venera Vasilovna *, Razumeev Konstantin Eduardovich ****

** Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань
Kazan national research technological university, Russia, Kazan
(venerabb@mail.ru)*

*** Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(ker2210@yandex.ru)*

Аннотация: В статье предложен метод плазменной модификации парусины полульняной для повышения огнезащитной пропитки и прочностных свойств текстильного материала, а также формоустойчивость специальной одежды. Представлены экспериментальные исследования разрывной нагрузки парусины полульняной за счет регулирования параметров плазменного воздействия и способов пропитки.

Abstract: The article proposed a method of plasma modification of half-canvas to enhance the fire-retardant impregnation and strength properties of the textile material, and the dimensional stability of special clothing. Experimental studies of the breaking load of half-canvas by adjusting parameters of the plasma exposure and method of impregnation.

Ключевые слова: парусина полульняная, плазменная модификация, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, специальная одежда

Keywords: canvas semi-plasma modification, breaking load, elongation, special clothing

Текстильные материалы для одежды специального назначения постоянно модернизируются и обновляются, появляются новые ткани по волокнистому составу, структуре и специальных защитных свойств (огнестойкость, маслостооталкивание, теплоустойчивость, гигиенические свойства и др.). Повышение спроса на спецодежду в Российской Федерации, обуславливают климатические (температурные) условия в нашей стране, которые существенно влияют на структуру специальной одежды и ее срок эксплуатации [1].

Основные тенденции развития экономических отношений и жесткая конкуренция на мировом рынке тканей для защитных швейных изделий специального назначения, требуют повышения их качества. Выполнение этих требований невозможно без совершенствования производственных процессов или внедрения наукоемких, прогрессивных технологий.

Эффективность водозащитной функции швейных изделий зависит в равной степени от свойств применяемых материалов и от совершенствования технологических процессов в сфере швейного производства, где материалы подвергаются механическим, физико-химическим методам воздействия. Для изготовления защитных швейных изделий специального назначения используют в основном натуральные ткани с полимерным пленочным покрытием, на основе различных видов специальных отделок: маслостооталкивающих, маслостойких, противогнилостных, водоупорных, защищающие от производственных загрязнений и механических повреждений, от кислот и щелочей и др. Как правило, ткани для специальной одежды с полимерным пленочным покрытием используются очень плотные и малоэластичные [2,3].

Известные методы химического и физического модифицирования текстильных материалов, потребуют усложнения технологии их получения, что приведет к увеличению времени технологических процессов, повышению расхода химических веществ, и, как правило, в условиях промышленных производств, приводят к сложным экологическим проблемам.

Для существующей технологии модификации текстильных материалов для производства швейных изделий специального назначения характерны высокая материалоемкость, трудоемкость, зависимость от зарубежных поставок герметизирующих материалов и оборудования, а следовательно высокая стоимость изделий и часто нарушение экологии производства. Поэтому необходимо разрабатывать импортозамещающие технологии в текстиле – это создание и промышленное освоение технологий, обеспечивающих получение текстильных материалов с широким набором новых свойств, расширяющих области их применения при производстве одежды специального назначения. По этой технологии текстильным материалам для специальной одежды могут придаваться такие свойства, как водо- и маслостойкость, пониженная горючесть, противозагрязняемость, мягкость, антистатический и антибактериальный эффекты, термостойкость, формоустойчивость и др.

Специальная одежда должна поддерживать требуемую температуру в пододежном пространстве, нейтрализовать химические отравляющие вещества, обладать гигиеническими свойствами. Экипировка рабочего должна при этом оставаться легкой, прочной, не стесняющей движений. Реализовать подобный инновационный текстильный материал возможно в связи с разработкой наукоемких технологий в текстильное производство.

В частности, низкотемпературная плазма тлеющего разряда является эффективным средством изменения свойств поверхности полимерных материалов. В тлеющем разряде обработка текстильных материалов осуществляется в зоне положительного столба и характеризуется постоянством напряженности электрического поля, его мощности и ровным свечением [4–7].

Так, сотрудниками Ивановской государственной текстильной академии установлено, что с помощью плазмы атмосферного давления в растворах электролитов осуществляется физико-химическое воздействие на поверхность полипропиленовой нити (ПП), при этом происходит ее упрочнение с 34 сН/текс до 39 сН/текс [8]. Это же направление модификации ПП нити сравнивается с обработкой плазмой тлеющего разряда, установлено, что плазмохимическая модификация волокна в растворе электролита является более мягкой, приводящей к переходу аморфной фазы ПП в α -кристаллическую [9]. В работе Петрова С.В. показано, что многокомпонентная химически активная плазма продуктов сгорания углеводородного газа с воздухом с уникальными транспортными и теплофизическими свойствами служит для напыления покрытий и обработки поверхности материалов специального назначения [10].

На сегодняшний день в качестве импортозамещающей технологии можно предложить плазменную технологию модификации текстильных материалов с использованием потока неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) [11]. ННТП обработка обладает следующими преимуществами: эффективно и устойчиво изменяет поверхностные свойства образца, не ухудшает объемных (в том числе физико-механических) характеристик, не нагревает материал до температуры выше 50°C. Эффект модифицирования текстильных материалов с помощью потока ННТП зависит от природы плазмообразующего газа. В зависимости от состава газа, давления, длительности и напряжения разряда, природы материала можно менять следующие свойства: смачиваемость, относительную молекулярную массу, химический состав, микрошероховатость, устойчивость к усадке натуральных и синтетических волокон, дизенфицируемость и др. [12].

Изменяя параметры разряда и вид плазмообразующего газа можно управлять составом химически активных частиц и, следовательно, характером воздействия ННТП обработки на материал, используемый для производства швейного изделия специального назначения [13].

Метод получения экспериментальных образцов модифицированных текстильных

материалов осуществлялся на плазменной установке «ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3», которая предназначена для обработки рулонных тканей из натуральных и смесовых тканей в потоке ННТП пониженного давления в условиях вакуума. Данная установка является однокамерной установкой периодического действия. Питание установки осуществляется от сети переменного тока напряжением 380/220 В ± 5%, частотой 50 Гц. Объемная обработка текстильных материалов из натуральных волокон осуществлялась при варьировании входных параметров плазменной установки, к которым относятся: мощность разряда (P_p)=0,2 - 2,0 кВт, расход плазмообразующего газа (G) от 0 до 0,08 г/с, давление в вакуумной камере (P) от 13 до 53 Па и время обработки (τ) от 1 до 3 метров в минуту, мощность, потребляемая установкой ($P_{потр.}$) от 1,0 до 5,0 кВт. В качестве плазмообразующего газа использовался воздух.

Модифицирование текстильных материалов проводилось следующим образом: рулон исходного материал устанавливался внутрь вакуумной камеры и протягивался через перемоточные валы на приемный вал для перемотки рулонного материала, и устанавливался между ВЧ электродами в вакуумной камере, затем вакуумная камера закрывалась. При закрытии крышки вакуумной камеры с помощью откатной двери, электроды устанавливались в рабочее положение. В камере создавалось низкое давление и осуществлялась обработка в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. Текстильные материалы, обработанные потоком ННТП пониженного давления становились малоусадочными, имели повышенную прочность на разрыв.

Объектом исследования являлось парусина полульняная, окрашенная, артикул 11292, пропитанная огнезащитной ОП и светопроочной комбинированной пропиткой (водоупорной и биостойкой).

Одним из основных показателей определяющих качество модифицированных тканей для специальной одежды с содержанием натуральных волокон являлись механические характеристики, такие как: разрывная нагрузка и относительное разрывное удлинение.

Стандартный метод экспериментальной оценки разрывной нагрузки материалов (ГОСТ 3813-72) позволяет определить их выносливость, то есть устойчивость к действию многоцикловых нагрузок.

Экспериментальные исследования разрывной нагрузки парусины полульняной с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки ННТП проводились с применением современного оборудования - разрывной машины МТ110-5. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

На основе проведенных исследований установлено, что максимальные показатели прочности полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой достигаются в результате обработки ННТП после их окраски и огнезащитной пропитки, при времени обработки 1 метр/мин в плазмообразующем газе воздух: на 16,27% по основе и на 41,37% по утку относительно контрольных образцов, что связано с упорядочиванием структуры целлюлозосодержащих волокон и повышением их кристаллической фазы. В случае применения ННТП до и после пропитки и окраски полульняной ткани показатель увеличился в контрольных образцах ткани на 5,62% по основе и 17,08% по утку.

Таким образом, от видов обработок полульняной парусины, соответственно показатель разрывной нагрузки выше в том случае, когда обработка ННТП производится после окраски и огнезащитной пропитки. ННТП обработка позволяет повысить стабильность красильного состава и степень фиксации красителя и пропитки на волокне.

Данный вид разряда позволяет не только упрочнять исследуемый ассортимент тканей, но и одновременно повышать их относительное разрывное удлинение. Принято определять удлинение при стандартной разрывной нагрузке — приращение длины растягиваемой пробы в момент достижения разрывной нагрузки, экспериментально установленных контрольных и модифицированных образцов. Результаты исследований относительного разрывного удлинения от видов обработок представлены на рисунке 2.

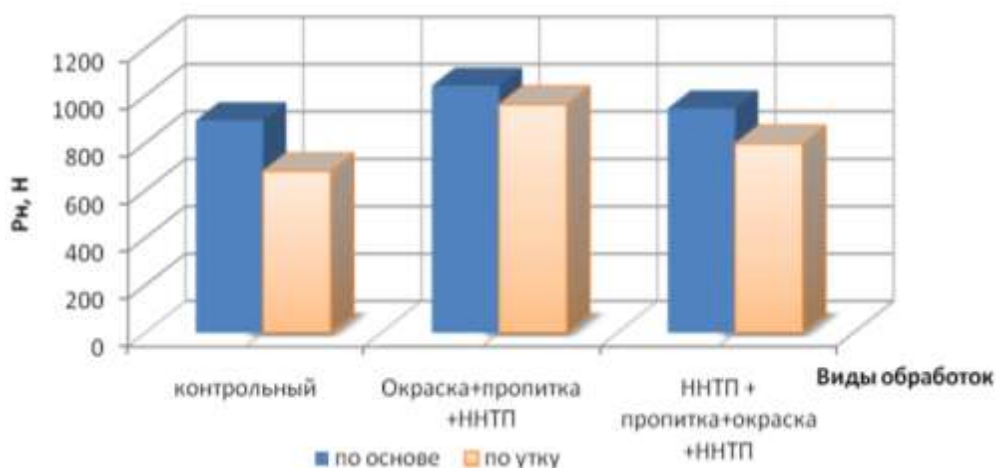


Рис. 1. Разрывная нагрузка полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки НТП
 - НТП обработка: $G_{\text{воздух}} = 0,04$ г/с, $f=50$ МГц, $P = 21$ Па, $P_{\text{потр.}} = 3,5$ кВт,
 $\tau=1$ метр/мин

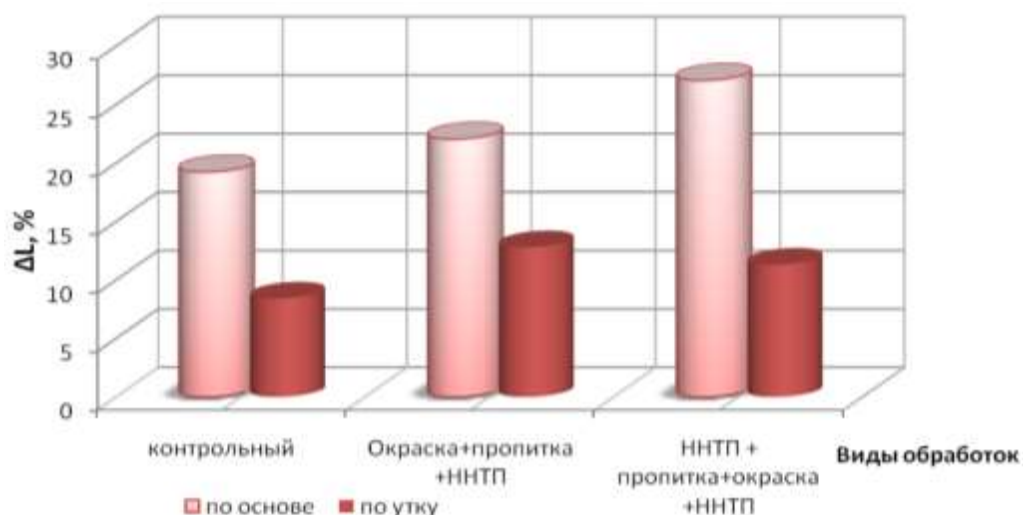


Рис.2. Относительное разрывное удлинение полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки НТП
 - НТП обработка: $G_{\text{воздух}} = 0,04$ г/с, $f=50$ МГц, $P = 21$ Па, $P_{\text{потр.}} = 3,5$ кВт,
 $\tau=1$ метр/мин

Экспериментальные исследования относительного разрывного удлинения полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки НТП показали, что максимальные показатели достигаются в результате обработки НТП как после окраски, так и огнезащитной пропитки НТП: 40,74% по основе и 34,44% по утку относительно контрольных образцов тканей. В случае выбора метода обработок НТП до окраски и огнезащитной пропитки парусины, при времени обработки 1 метр/мин в плазмообразующем газе воздух: относительная разрывная нагрузка увеличивается на 14,65% по основе и 8,47% по утку ткани относительно контрольных образцов. Ткани, имеющие высокое удлинение при разрыве, обладают, как правило, хорошими эластичностью, несминаемостью, стойкостью к истиранию, что немаловажно для швейных изделий специального назначения. Как и разрывная нагрузка, удлинение при разрыве в значительной степени зависит от качественного состава сырья, из которого выработана ткань.

Таким образом, модифицирование полульняной ткани с помощью плазмы, позволяет повышать прочностные характеристики, изменять его поверхностную структуру, увеличивать силы межмолекулярного взаимодействия и при ориентации целлюлозосодержащего полимер за счет упорядочения молекул и возрастания их плотности упаковки. В отличие от традиционных технологий аналогичного назначения, плазменная технология придает текстильным материалам требуемые эффекты, не перекрывая капиллярно-пористую структуру волокнистого материала, он остается «дышащим», поскольку его микропоры остаются открытыми для воздухообмена. Придаваемые эффекты устойчивы к многократным стиркам. Отделка по нанотехнологиям придает текстильным материалам повышенную огнестойкость и формоустойчивый внешний вид.

Список литературы

1. Текстильный вестник. Рынок спецодежды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cotton.ru>.
2. ГОСТ Р ЕН 340-2010 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Общие технические требования. М. ФГУП «Стандартинформ» 2011. – 20с.
3. Пустыльник Я.И. Безопасность для каждого рабочего дня // Рабочая одежда. 2007. № 4 (39). С. 6-7
4. Гильман, А.Б. Модификация пленок промышленного полипропилена в разряде постоянного тока / А.Б. Гильман, М.С. Пискарев, О.В. Стариченко, Н.А. Шмакова, М.Ю. Яблоков, А.А. Кузнецов // Сборник трудов / И.: Ивановский гос. хим-технол. ун-т, 2008. Т.2. С. 372-375.
5. Гильман, А.Б. Модификация пленок полипропилена в разряде постоянного тока / А.Б. Гильман, М.С. Пискарев, О.В. Стариченко, Н.А. Шмакова, М.Ю. Яблоков, А.А. Кузнецов // Хим.выс.энергий. 2008. Т.42. С. 368-371.
6. Акишев, Ю.С. Экспериментальные и теоретические исследования воздействия неравновесной низкотемпературной плазмы атмосферного давления на поверхность полимерных пленок / Ю.С. Акишев, М.Е. Грушин, Н.А. Дятко, В.Б. Каральник, И.В. Кочетов, А.П. Напартович, А.В. Петряков, Н.И. Трушкин // Сборник трудов: Иваново: Ивановский гос. хим-технол. ун-т, 2008. Т.2. С.372-375.
7. Шикова, Т.Г. Взаимодействие активных частиц плазмы кислорода с полиэтиленом / Т.Г. Шикова, В.В. Рыбкин, В. А. Титов, Х.С. Чой // Хим. выс.энергий. 2006. Т.40. №5. С. 396-400.
8. Жердев В.П. Оценка эффективности способов физико-химической модификации поверхности синтетического волокна по электрооптическим эффектам в мезофазе / В.П. Жердев, Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова, С.М. Кузьмин // Известия Вузов: Химия и химическая технология. 2007. Т. 50. Вып. 3. С. 113-117.
9. Голубчиков О.А. Влияние плазмоактивации на поверхностную структуру и прочностные характеристики полипропиленовой пленки / О.А. Голубчиков, О.В. Горнухина, Т.А. Агеева и др. //Пластические массы. 2006. № 12. С. 7-9.
10. Петров, С.В. Плазма продуктов сгорания в инженерии поверхности / С.В. Петров. – Киев. 2000. 108с.
11. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В. Влияние потока низкотемпературной плазмы на свойства текстильных материалов. Монография. Казань: Изд-во Казанского университета, 2004. – 216с.
12. Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А. Высокочастотный емкостной разряд. – М.: Наука. – Физматлит, 1995. – С.7– 10.
13. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В., Кумпан Е.В. Плазменная обработка как метод повышения прочности тканей // Прикладная физика. – М.: РАН ВАК, 2005. №6. С. 92–94.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ
НАТУРАЛЬНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПОТОКА НЕРАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ
EXPERIMENTAL STUDIES OF THE MICROSTRUCTURE OF NATURAL TEXTILE
MATERIAL AFTER EXPOSURE TO AN EQUILIBRIUM
LOW-TEMPERATURE PLASMA**

**Хамматова Эльмира Айдаровна
Khammatova Elmira Aidarovna**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань
Kazan national research technological university, Russia, Kazan
(e-mail: elm.kzn@mail.ru)*

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой метода наноструктурирования натурального текстильного материала из шерстяного сукна с использованием потока неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. Рассмотрены вопросы эффекта, получаемого от плазменного наноструктурирования. Исследована микроструктура натурального материала с использованием конфокального лазерного сканирующего микроскопа.

При электронно-микроскопическом исследовании контрольного образца установлено, что суровая ткань содержит большое количество растительных примесей. После наноструктурирования в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления в основном наблюдается очистка поверхности сукна от костры и наибольшей части растительных примесей, что способствует повышению их качества.

Abstract: This article discusses issues related to the development of a method of nanostructuring natural textile material of woolen cloth using flow nonequilibrium low-temperature plasma of low pressure. The questions of the effect obtained from the plasma of nanostructuring. The microstructure of natural materials using a confocal laser scanning microscope.

Electron-microscopic examination of the control sample found that severe tissue contains large amounts of vegetable impurities. After nanostructuring in the flow of nonequilibrium low-temperature plasma of reduced pressure is mainly observed surface cleaning cloth from the fires and the largest of the vegetable impurities, thereby increasing their quality.

Ключевые слова: плазма, модификация, микроструктура, наноструктурирование, текстильный материал, специальная одежда.

Keywords: plasma, modification, microstructure, nanostructuring, textile material, especially clothes.

В настоящее время в технологическом университете с целью получения натуральных материалов легкой промышленности обладающих требуемым комплексом физико-механических, технологических, потребительских и бактерицидных характеристик, необходимых при эксплуатации средств индивидуальной защиты для отраслей экономики Российской Федерации (энергетического, строительного, нефтехимического и оборонно-промышленного комплекса), проводятся исследования по разработке методов и технологий их наноструктурирования потоком неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления с целью управления их микроструктурой, что позволит улучшить одновременно несколько механических и защитных характеристик, таких как прочность, стойкость к истиранию и воздействию агрессивных сред, гигроскопичность и водоупорность.

Актуальность данной работы была подтверждена, проведенным аналитическим обзором литературы по проблеме исследования. Установлено, что управление микроструктурой натуральных материалов легкой промышленности осуществляется с помощью процессов, протекающих в объектах с характерными линейными размерами от 1 до 100 нм, то есть 0,001-0,100 мкм [1]. Анализируя возможность управления микроструктурой натуральных материалов, в первую очередь, следует обратить внимание на особенности строения разнообразных природных полимеров (натуральных волокон), начиная с формирующих структуру химических соединений, надмолекулярной организации, тонких вариаций микроструктур и заканчивая целостностью и целесообразностью их макроскопического строения [2].

Наиболее важным следствием из работ [1-3] по изучению надмолекулярных образований является вывод о том, что физико-механические и химические свойства натуральных материалов легкой промышленности и изделий из них, зависят в первую очередь от молекулярного строения.

Выявлено, что нестандартный метод управления микроструктурой натуральных материалов легкой промышленности с использованием плазменных технологий показал очень хорошие результаты, открыв новое направление, совершенствования плазмохимической технологий обработки и отделки материалов легкой промышленности [4-7].

Для проведения теоретических исследований технологий управления микроструктурой натуральных текстильных материалов, прежде всего, необходимо проанализировать их внутреннюю структуру – слоистость, пористость, наличие каналов и сердцевин, сочетание различных полимеров.

Микроструктурный анализ экспериментальных образцов проводился в лаборатории Центра коллективного пользования "Наноматериалы и нанотехнологии". Изучение образцов проводили после получения обзорных фотографий при увеличении в 4000 раз, а также после фотографирования подготовленных срезов образцов на электронном 3D микроскопе - конфокального лазерного сканирующего микроскопа (КЛСМ) Olympus OLS LEXT 4000, имеющего самое высокое разрешение среди подобных сканирующих микроскопов (по горизонтали до 120 нм, по вертикали до 10 нм). Точность измерения величины составляет $0,2+L/100$ мкм, где L - измеренное значение в мкм. Общий диапазон увеличений, в зависимости от используемых объектов от 50 до 17280 крат.

Методика проведения исследования микроструктуры сукна состояла в проектировании данных на плоскость виртуального экрана - плоскостного и объемного. При плоскостном методе представления лучи направлялись на виртуальный экран. Трехмерная информация проектировалась на сечение, в результате чего образовывался многоугольник, демонстрирующий изменение интенсивности сигнала. Цвет и интенсивность определялись исходя из ориентации плоскости относительно источника света и метода затемнения. Наконец, каждое сечение по очереди проектировалось на виртуальный экран согласно его координате Z. При объемном методе представления данные пучки направлялись в обратном направлении - от виртуального экрана к набору данных. Каждый пучок на своем пути пересекал множество вокселей (3D-пиксель), а алгоритм определял интенсивность и цвет каждого пикселя на виртуальном экране [8-9].

Полученная интенсивность зависела от интенсивности вокселей по координате Z (относительно виртуального экрана), а изображение создавалось за счет изменения интенсивности [10].

Метод представления объема обычно используют для демонстрации структуры биологических объектов [11]. Конструкционные материалы обычно менее прозрачны, и их структуру демонстрируют плоскостным методом. Основным недостатком этих методов является большой объем необходимой памяти. Если использовать некоторый количественный метод анализа полученной информации, большая ее часть оказывается избыточной. Для анализа нескольких областей или для получения панорамы крупной области более удобны другие методы.

В данной работе в качестве экспериментального объекта исследования использовалось шинельное сукно без пропиток артикул 6425, состоящее из смеси волокон шерсти (87%) и полиэфирных волокон (13%), которое изготовлено в ООО "Башкирский камвольный комбинат". Оно состоит из грубой неоднородной шерсти и применяется при производстве теплой одежды специального назначения.

Выбор данного объекта исследования обусловлен тем, что к шинельным тканям, помимо хорошего внешнего вида, предъявляются особые требования: эти ткани должны быть плотные, не дряблые, иметь хорошие тепловые свойства, значительную толщину, противостоять смятию и истиранию, защищать от действия ветра, дождя, сохранять хороший внешний вид после намочения.

В настоящее время для суконных тканей применяется пряжа, вырабатываемая из коротковолокнистой шерсти. В отделке суконные ткани подвергаются сильной увалке, благодаря чему происходит их усадка по длине и особенно по ширине, толщина ткани значительно увеличивается, поверхность ее с лица и изнанки «заваливается», и ткацкий рисунок покрывается слоем прочно свалявшихся волокон. От качества валки суконных тканей в значительной мере зависит их добротность: плотность, отсутствие рыхлости, дряблости, полнота и ровнота лицевого войлокообразного застила, прочность в носке.

Объектами испытания служили как контрольные образцы сукна, так и опытные образцы, после наноструктурирования в потоке низкотемпературной плазмы пониженного давления с использованием опытно-промышленной высокочастотной емкостной плазменной установки. Режим плазменной обработки регулировали путем изменения мощности разряда W_p , давления в разрядной камере P , расхода газа G и длительности обработки τ .

Технические параметры наноструктурирования образцов потоком неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления приведены в таблице 1.

Таблица 1– Технические параметры ННТП обработки образцов материалов

W_p , кВт	G , г/с	Газ	P , Па	τ , мин	Вес, г.	
					до обработки	после обработки
0,1 -2,0	0 -0,08	Ar	13,3 -53,3	5-20	227,6	216,8

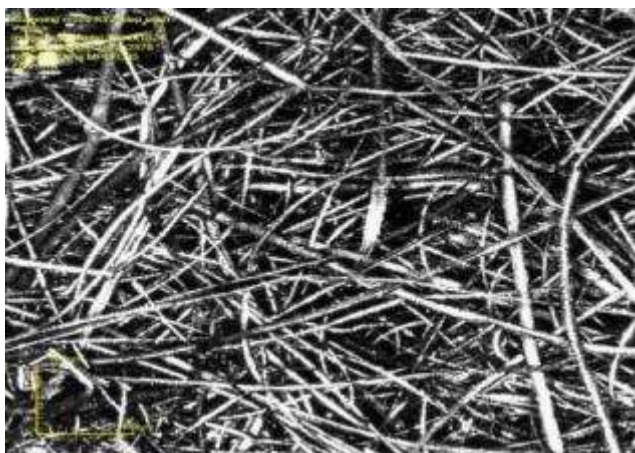
С целью установления закономерностей взаимодействия потока ННТП пониженного давления с натуральными текстильными материалами, проводилось их плазмомодифицирование при варьировании входных параметров плазменной установки в следующих пределах: мощность разряда – от 0,1 до 2,0 кВт; время обработки – от 5 до 20 мин; расход плазмообразующего газа – от 0 до 0,08 г/с; давление в рабочей камере – от 13,3 до 53,3 Па. Температура обработки образцов в потоке ННТП пониженного давления не превышала 60⁰С. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон.

Контрольные и наноструктурированные образцы сукна в суровом виде без пропиток исследовались в отраженном свете и в режиме лазерного сканирования. Предварительные исследования наглядных микроструктурных изменений полиэфирных волокон после плазменного воздействия не выявили. Подробные исследования отдельных волокон проводились с волокнами шерсти. Подготовка проб для исследований заключалась в нарезке образцов согласно размерам предметного столика.

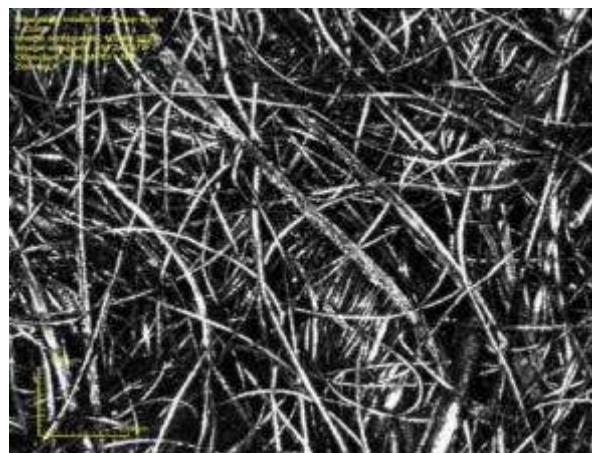
Первоначально исследовалась микроструктура, характер взаимного переплетения волокон и нитей. Использовался объектив $\times 10$, суммарное увеличение изображения составило $\times 1000$. Результаты исследований приведены на рисунках 1-2.

Результаты конфокального лазерного сканирующего микроскопа демонстрируют взаимное переплетение разнородных коротковолокнистых шерстяных и полиэфирных волокон. Так как объектом исследования является ворсистая ткань, тканное переплетение не различимо из-за поверхностного застила волокон. Существенных визуальных различий в характере взаимного переплетения волокон при небольших увеличениях съемки не

наблюдается. При электронно-микроскопическом исследовании контрольного образца установлено, что суровая ткань содержит большое количество растительных примесей. После наноструктурирования в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления в основном наблюдается очистка поверхности сукна от костры и наибольшей части растительных примесей, что способствует повышению их качества. Поскольку данный вид разряда обеспечивает модификацию не только поверхности, но и всего объема обрабатываемого материала [12, с.44].

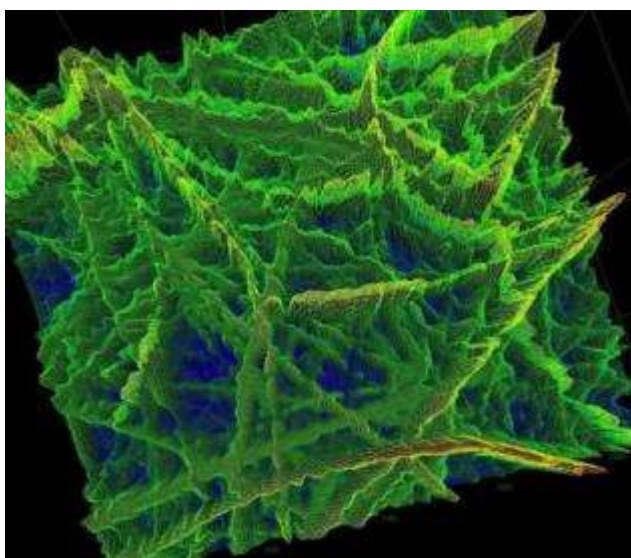


а - контрольный образец;

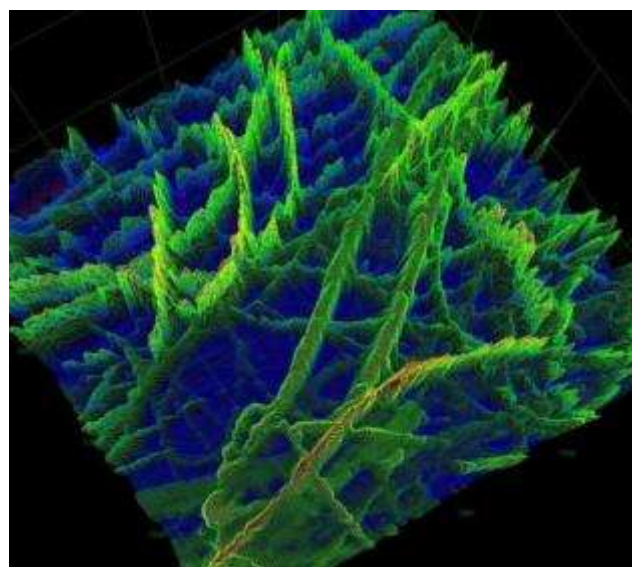


б - образец наноструктурированный плазмой

Рисунок 1 – КЛСМ - изображение образца сукна арт. 6425



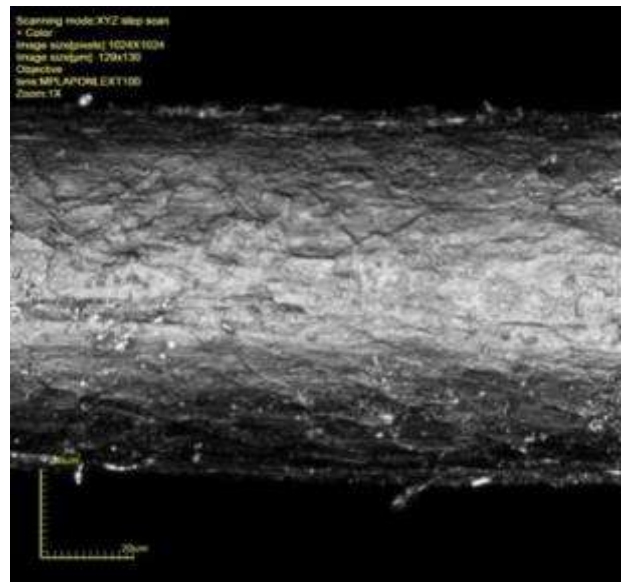
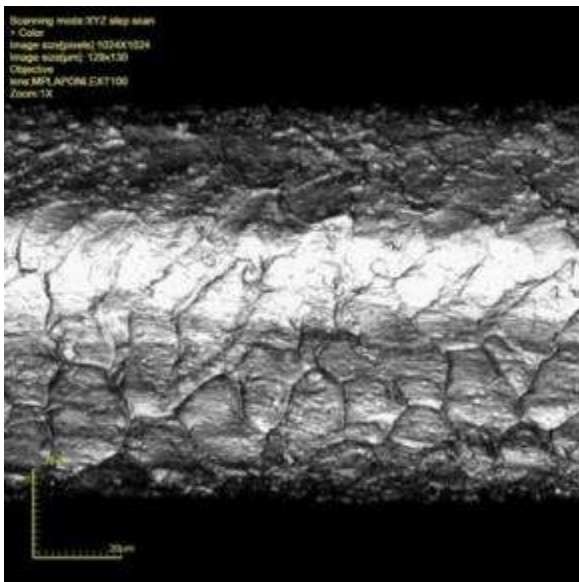
а - контрольный образец;



б - образец наноструктурированный плазмой

Рисунок 2 – 3D модель рельефа поверхности образца сукна арт. 6425

Исследования шерстяных волокон также проводились на примере остевого волоса, так он является составной частью шерсти грубошерстных и полугрубошерстных овец. Это грубое волокно не имеет извитости и применяется для изготовления толстых и грубых тканей типа сукна. КЛСМ -изображения поверхности остевого волоса контрольного и после плазменного наноструктурирования приведены на рисунке 3.



а - контрольный образец;

**б - образец наноструктурированный
плазмой**

Рисунок 3 – КЛСМ-изображение поверхности остевого волоса образца сукна арт. 6425

В микроструктуре остевого волоса образца сукна не прошедшего наноструктурирование характеризуется четко выраженным, не дефектным рельефом (рис.3а). Рельеф остевого волоса наноструктурированного образца сглажен, имеется значительное количество сколов кутикулярных клеток, вскрытие областей кутикулярного цемента (рис. 3б). На поверхности остевого волоса заметны дефекты структуры мало заметны, на поверхности присутствуют посторонние частицы.

Таким образом, КЛСМ - исследования образцов шерстяных волокон на примере переходных и остевых волос, демонстрируют сглаживание рельефа в результате ионного травления в условиях наноструктурирования в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. Так как рельефность чешуйчатого слоя овечьей шерсти составляет около 1–1,5 мкм, в течение 20 минутной неравновесной низкотемпературной плазменной обработки происходит удаление слоя именно такой толщины в выступающих областях чешуек кутикулы. В пользу высказанного предположения говорит наличие поверхностного загрязнения у опытных образцов, состоящего, предположительно, из осколков удаляемого материала. Также, полученные результаты согласуются с результатами измерения массы образцов до и после плазменного наноструктурирования (табл. 1) установлена потеря массы в ходе ННТП обработки в 5 %.

Заключение

В суконных тканях применяется пряжа, вырабатываемая из коротковолокнистой шерсти. От качества валки суконных тканей в значительной мере зависит их добротность: плотность, отсутствие рыхлости, дряблости, полнота и ровнота лицевого войлокообразного застила, прочность в носке. После наноструктурирования в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления в основном наблюдается очистка поверхности сукна от костры и наибольшей части растительных примесей, что способствует повышению их качества.

Список литературы

1. Гречиков, Ф.В. (2007) Наноматериалы и нанотехнологии в технико-технологическом и социально-экологическом измерении [Текст] / Ф.В. Гречников, Т.Р. Соснина // Известия самарского научного центра российской академии наук. Т. 9. №3. С. 562-569.

2. Сергеев, Г.Б. (2003) Нанохимия [Текст] / Г.Б. Сергеев. М.: МГУ. – 288 с.
3. Иванчев, С.С. (2006) Наноструктуры в полимерных системах [Текст] / С.С.Иванчев, А.Н. Озерин // Высокомол. Соед.. Сер.Б. Т. 48. №8. С. 1531-1544.
4. Шарнина, Л.В., Телегина Ф.Ю. (2008) Текстильный материал, как объект плазменной обработки. Гидрофилизация поверхности // Известия Вузов: Химия и химическая технология. Т.51. Вып. 3. С. 86-90.
5. Гришина, О.А. (2003) Модификация текстильных материалов с целью придания специфических свойств [Текст] /О.А. Гришина, Т.В. Куликова, В.И. Бешапошникова // Вестник ДИТУД.–Димитровград. №3(17).С.47-51.
6. Чешкова, А. В. (1994) Использование ВЧ-нагрева при ферментативной расшлихтовке и перекиси белия тканей [Текст] /А.В.Чешкова, В.С.Побединский, В.И.Лебедева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. №6. С.51.
7. Гордиенко, В.П. (2008) Действие УФ-облучения на структуру и свойства полиэтилена, содержащего неорганические добавки различной степени дисперсности [Текст] / В.П. Гордиенко, Ю.М. Вампиров, Г.Н. Ковалева // Пластические массы. №4. С. 6 - 8.
8. Lucas, L. (1997) A new unsupervised cube-based algorithm for iso-surface generation [Text] / L. Lucas, D. Gillard, Y. Remion // Comput. Networks. 29(14). P. 1737-1744.
9. Chan, L.S. (1998) A new tetrahedral tessellation scheme for iso-surface generation [Text] / L.S. Chan, E.O. Pirisima // Computers and Graphics. 22. P. 83-90.
10. White, N.S. (1995) Visualization systems for multidimensional CLSM images [Text] /N.S. White Ed. J.B. Powley //Chapter 14 in Handbook of Biological Confocal Microscopy. – Plenum Press. P. 167-182.
11. Lucas, L. (1996) Visualization of volume data in cofocal microscopy: comparison and improvements of volume rendering [Text] /L. Lucas, N. Gilbert, D. Ploton, N. Bonnet // Microsc-Oxford. P. 181. P. 238-252.
12. Хамматова, Э.А. (2014) Повышение механических свойств многофункциональных текстильных материалов для производства изделий специального назначения [Текст] /Э.А. Хамматова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. №5. С.44-48.

УДК 677.07

ТРИКОТАЖНАЯ ПРЯЖА – НОВЫЙ ТРЕНД В РУЧНОМ ВЯЗАНИИ KNITTED YARN – A NEW TREND IN HAND KNITTING

**Королева Наталия Алексеевна
Koroleva Nataliya Alekseevna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(koroleva-na@rguk.ru)*

Аннотация: Дано определение трикотажной пряжи. Рассмотрена история этой пряжи. Описано производство и оборудование для производства трикотажной пряжи. Приведены виды пряжи. Указаны причины популярности этой пряжи.

Abstract: The definition of knitted yarn is given. The history of this yarn is considered. Described production and equipment for the production of knitted yarn. Types of yarn are given. The reasons of popularity of this yarn are specified.

Ключевые слова: производство трикотажной пряжи, виды трикотажной пряжи.

Keywords: production of knitted yarn, types of knitted yarn.

Всё большую популярность у рукодельниц набирает трикотажная пряжа, которая становится настоящим трендом в ручном вязании и стремительно завоевывает сердца. Трикотажная пряжа (также известная как ленточная или «спагетти») – это узкая лента, полученная при нарезке трикотажного полотна, вытянутая и смотанная в клубок (рис. 1).



Рис. 1. Клубки трикотажной пряжи

Идея мастерить из таких «трубочек» совсем не нова. Каждый помнит милые коврики и дорожки (рис.2), приносящие в дом тепло и уют, связанные нашими бабушками из лент, которые они делали из ненужной разноцветной ткани.



Рис. 2. Коврик, связанный из самодельной трикотажной пряжи

Нельзя назвать конкретного человека, своего рода, первооткрывателя, который подарил миру это направление. Но первыми, кто вдохнул в этот скрытый тренд истинную мировую популярность, стали португальцы. Именно они решили изменить рецептуру, создать не обрывки тряпья, а высококачественную длинную ленту без узлов, переходов, утолщений. Следующими продолжателями стали турки. Они серьезно взялись за удешевление производства при несильном спаде по качеству. И у них действительно стало получаться. Практически не проигрывающие по качеству скрученные полотна оказались дешевле португальского аналога практически вдвое [1]. Сейчас же множество фирм предлагает такой товар в своем ассортименте.

Производство трикотажной пряжи осуществляется в два этапа. В первом этапе трикотажное полотно нарезается на ленты, которые наматываются на втулку, той же ширины, что и лента, образуя рулон. Для этого используется станок – бейкорезка (рис.3а) со следующими техническими характеристиками:

Напряжение питания - 220 В.

Мощность Двигателя - 180 Вт.

Вес - 50 кг.

Производительность - до 300 роликов в смену.

Регулируется ширина полосы бейки.

Регулируются обороты двигателя.

Привод - автоматический и ножной (педаль).



а)

б)

Рис. 3. Оборудование для производства трикотажной пряжи

Во втором этапе применяется станок для перемотки трикотажной ленты в мотки (рис. 3б) со следующими техническими характеристиками:

Напряжение питания - 220 В.

Мощность - 370 Вт.

Вес - 50 кг.

Скорость намотки - до 100 метров в минуту.

Регулируются обороты двигателя, натяжение нити.

Электронный счетчик длины пряжи - автоматический останов при намотке заданной длины пряжи.

Рассмотрим виды трикотажной пряжи. Она может быть первичной или вторичной. Первичную на производстве нарезают из готового трикотажного полотна, затем ленты наматывают на бобину под небольшим натяжением, при этом получается ровная нить одной толщины длиной до 100 м. Изготовление вторичной пряжи мало отличается от первичной. Разница состоит в том, что нарезается не целое трикотажное полотно, а остатки после раскроя, в основном это кромка, край трикотажного полотна. В такой пряже могут встречаться стыки и швы.

В зависимости от толщины нити выделяют четыре вида:

1. 3-5 мм. Подходит для небольших вещей, например, детских игрушек, головных уборов, чехлов для подушек или даже смартфонов.

2. 5-7 мм. Подходит для плотного узора, стильных аксессуаров, орнаментов, декора. Можно вязать сумочки.

3. 7-9 мм. Это официальный стандарт средней толщины. Почти 70% всей используемой трикотажной ленты как раз этого размера. Он подходит практически для любых задач от клатчей и рюкзаков до предметов мебели и мягких подушек.

4. Свыше 9 мм. Для тугий вязки, где габариты имеют ключевое практическое или декоративное значение, лучше выбрать самую крупную нить. Из нее чаще вяжут предметы убранства или корзины.

Различают лицевую и изнаночную трикотажную пряжу, в зависимости от того, какая сторона окажется на поверхности пряжи. Трикотажную пряжу чаще всего получают из полотна переплетения кулирная гладь, которое имеет свойство закручиваться по краям со стороны петельных рядов на лицевую сторону, а со стороны петельных столбиков – на изнаночную. Это обусловлено силами упругости нитей, изогнутых в петли, которые стремятся распрямиться. Следовательно, чтобы на поверхности пряжи оказалась лицевая сторона полотна, необходимо разрезать полотно вдоль петельных столбиков, а для изнаночной – вдоль петельных рядов, т.е. поперек полотна. Для изготовления пряжи используют трубчатое полотно с кругловязальной машины, которое нарезается поперек по спирали с углом подъема от 15 до 55 градусов [2].

Также трикотажная пряжа может иметь различный волокнистый состав: 100% натуральные волокна или с добавлением химических волокон, а может быть 100% химические волокна.

Трикотажную пряжу вырабатывают из однотонного полотна или полотна с рисунком, тогда получается пряжа с оригинальной расцветкой.

Итак, разобрав, какая бывает трикотажная пряжа, можно сделать вывод, что каждый любитель ручного вязания сможет найти среди этого разнообразия что-то свое. Кто-то обратит внимание на качество и отсутствие брака, кто-то на палитру, кто-то на стоимость.

Рассмотрим, почему трикотажная пряжа стала так популярна. Во-первых, она удобна в вязке. Использование большого крючка и объём нити делают процесс достаточно лёгким даже для неопытных вязальщиц, ведь сбиться со счёта петель практически невозможно. Из-за объёмности пряжи вязка получается быстрая, очень интересная и фактурная. Во-вторых, пряжа совершенно не капризна в стирке и уходе, окрашена в стойкие цвета с огромным выбором палитры. В-третьих, идей, что можно связать из трикотажной пряжи, превеликое множество (сумки, коврики, корзины для хранения, уютные домашние тапочки, цветочные кашпо, игрушки, подушки, пуфики и др.) и любая вещь обязательно станет оригинальным украшением для дома или шикарным подарком (рис. 4).



Рис. 4. Изделия из трикотажной пряжи [3]

Список литературы

1. Виды трикотажной пряжи. Режим доступа: <https://news-textile.ru/vidy-trikotazhnoj-pryazhi>.
2. Трикотажная пряжа для ручного вязания и способ ее получения // Патент России № 2680766. 2019. / Бибикова В.А.
3. 57 идей для вязания из трикотажной пряжи. Режим доступа: <https://www.liveinternet.ru/users/melissaber/post435535863>.

УДК 677.02

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТИРОВАНИЙ МЕЖДУ ВОЛОКНАМИ СЖИМАЕМОГО ПРОДУКТА INVESTIGATION OF THE INTERACTION BETWEEN THE FIBERS OF THE COMPRESSIBLE PRODUCT

**Федорова Наталья Евгеньевна
Fedorova Natalia Evgenievna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: nefedorova2014@mail.ru)*

Аннотация: Изучить влияние характеристик конфигурации волокна (среднего квадратического отклонения ординат конфигурации, среднего квадратического отклонения ординат функции производной конфигурации волокна, коэффициента заполнения волокнами

рабочего пространства и других факторов) на число контактов, приходящихся на единицу длины волокна.

Abstract: To study the influence of fiber configuration characteristics (mean square deviation of the ordinate configuration, mean square deviation of the ordinate function of the derived fiber configuration, fiber fill factor and other factors) on the number of contacts per unit fiber length.

Ключевые слова: свойства волокон, взаимодействие волокон, технологический режим, число контактов на единицу длины.

Keywords: properties of fibers, interaction of fibers, technological mode, number of contacts per unit length.

Разработанная программа и расчеты адаптированы к условиям прядения, в частности, шерстопрядения. Может быть использована в учебных и научных целях, при научном обосновании технологических режимов, конструкций активных рабочих зон машин и технологических требований к свойствам волокон на различных стадиях их переработки в прядении.

Перемещение волокон относительно друг друга в рабочем пространстве, изменение свойств волокон, изменение ориентации волокон относительно геометрической оси продукта, изменение структуры и свойств продукта, состоящего из указанных волокон, во всем этом состоит физическая сущность технологических процессов прядения [1, 2].

Волокна перемещаются под действием сил, приложенных к ним при различных условиях: механические контакты между волокнами, наличие напряжений в зонах контактов движение волокон относительно друг друга под действием рабочих органов машин.

Исследования показывают, что силы трения зависят от взаимодействия между волокнами, которые характеризуются числами контактов, приходящимися на единицу длины волокна. Определение факторов, от которых зависит число контактов и является задачей данного исследования. Возможность рассчитывать силы трения, регулировать и управлять ими становится возможным и, следовательно, возможно и управлять, и проектировать технологические процессы производства [1,2, 3].

В основе программе лежит формула для расчета числа контактов на единицу длины двух волокон на некотором уровне с проекциями конфигурации волокна, который характеризуются расстоянием \mathbf{C} (на плоскости ZoL) и \mathbf{S} (на плоскости XoL) от оси L.

$$V_{kjs} = \left(\frac{\sigma_{vxs}}{\pi \cdot \sigma_{xs}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sigma_{vzs}}{\pi \cdot \sigma_{zs}} \right)^2 \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{[S' - \bar{X}_{ks}(L)]^2 + [S' - \bar{X}_{js}(L)]^2}{\sigma_{xs}^2} + \frac{[C' - \bar{Z}_{ks}(L)]^2 + [C' - \bar{Z}_{js}(L)]^2}{\sigma_{zs}^2} \right] \right\}, \quad (1)$$

где $\bar{X}_{js}(L)$, $\bar{X}_{ks}(L)$, $\bar{Z}_{js}(L)$, $\bar{Z}_{ks}(L)$ - средние значения проекций.

σ_{xs} , σ_{zs} - средние квадратические отклонения ординат проекций.

σ_{vxs} , σ_{vzs} - средние квадратические отклонения ординат производной функции конфигурации волокна.

Если ось пространственной конфигурации волокна совпадает с осью L продукта, то:

$$\left. \begin{aligned} Z_{ks}(L) &= 0 \\ Z_{ns}(L) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

а формула (1) примет вид:

$$V_{uj_s} = \left(\frac{\sigma_{vxs}}{\pi_{bxs}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sigma_{vzs}}{\pi_{bz_s}} \right)^2 \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{[S' - \bar{X}_{j_s}(L)]^2 + S'^2}{\sigma_{xs}^2} + \frac{e^{12} + [e' - Z_{j_s}(L)]^2}{\sigma_{zs}^2} \right] \right\}, \quad (3)$$

Для того, чтобы определить число контактов на единицу длины волокна продукта двух волокон на всех уровнях (при различных статических величинах C^1 и S^1) необходимо осуществить двойное суммирование:

$$M_{kj}(C, S) = \sum_1^m \sum_1^n v_{kj}(C, S), \quad (4)$$

С волокном могут контактировать j_r волокон, расположенных в области возможного взаимодействия [2], поэтому на единицу длины волокна приходится контактов:

$$m_{kj} = \eta \sum_1^{j_r} \mu_{kj}, \quad (5)$$

где η – коэффициент распрямленности волокна.

Концепция программы состоит в следующем: в цикле 1 определяется число контактов на единицу длины волокна продукта (в $1/4$ области возможного взаимодействия) при всех возможных условиях «С» на плоскости ZoL для двух волокон; в цикле 2 отслеживается изменение числа уровней в плоскости XoL, в совокупности два вложенных цикла 1 и 2 дают $1/4$ числа контактов на единицу длины продукта для двух волокон на всех возможных уровнях области возможного взаимодействия; цикл 3 обеспечивает подсчет числа контактов при изменении координат по оси Z j-го волокна; цикл 4 выполняет задачу подсчета числа контактов при изменении координаты X j-го волокна.

Программа задает направление X, Z и S, осуществляет расчет числа контактов для всех уровней при пересечении C. Затем осуществляется последовательный перебор S, затем Z, затем X. Так учитываются все уровни всех волокон в области возможного взаимодействия. Программа построена по принципу вложенных циклов.

Возможности разработанной программы состоят в следующем: в соответствии с интервалом исходных данных можно изменить параметры, которые входят в формулы (3 - 5): средние квадратические отклонения ординат волокна до сжатия продукта; диаметр волокна; коэффициент заполнения волокном продукта до сжатия; число уровней; коэффициент распрямленности волокна; коэффициент заполнения волокном продукта в сжатом состоянии; параметры формул для определения среднего квадратического отклонения ординат конфигурации и среднего квадратического отклонения ординат функции производной конфигурации.

Результат выводится в виде числа контактов на единицу длины одного (k^{-10}) волокна, распрямленного в толще продукта и контактирующего исключительно с волокнами, его окружающими (без выхода k^{-10} волокна на поверхность и при отсутствии контактов с поверхностями рабочих органов).

Список литературы

1. Люсова Н.Е. Разработка метода автоматизированного проектирования технологического режима приготовления гребенной ленты. - Дис. ... канд. техн. наук. – М. – МГТУ, 2003.
2. Капитанов А.Ф. Фрикционные процессы в прядении. Ч.2 – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006
3. Федорова Н.Е., Голайдо С.А. Исследование контактирования волокон ленты Швейная промышленность, (1-2, 2016).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ THE DEVELOPMENT OF NONWOVEN GEOTEXTILE MATERIALS TECHNOLOGY

Аниськова Виктория Александровна
Aniskova Victoriya Aleksandrovna

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва
The Kosygin Russian State University, Moscow
(bavi@inbox.ru)

Аннотация: Разработана технология нетканых геотекстильных материалов из синтетических волокон. Установлено, что разработанные нетканые геотекстильные материалы имеют высокие деформационно-прочностные свойства, которые сохраняются в мокром состоянии, а также после замораживания и оттаивания.

Abstract: The technology of non-woven geotextiles made of synthetic fibers has been developed. It has been established that the developed non-woven geotextile materials have high deformation-strength properties that are stabled in the wet state, as well as after freezing and thawing.

Ключевые слова: геотекстильные нетканые полотна, оптимизация, технологические параметры.

Keywords: geotextile non-woven fabrics, optimization, technological parameters.

В настоящее время производство нетканых текстильных материалов является одной из наиболее интенсивно развивающихся отраслей текстильной промышленности.

Перспективной ассортиментной группой нетканых полотен технического назначения являются геотекстильные материалы.

Актуальность работы обусловлена большими объёмами строительства дорог и сооружений с различными условиями возведения и эксплуатации, большими нагрузками на дорожное полотно, и труднодоступностью многих участков дорожной сети для ремонта, в связи с чем есть необходимость разработки нетканых геополотен с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Показано, что широкий ассортимент нетканых геотекстильных материалов, благодаря уникальной структуре материала, обеспечивающей хорошие прочностные и фильтрационные свойства, широко используется в геотехнике или применяются в других областях строительства в контакте с грунтом и(или) другими строительными материалами [1].

Нетканые геотекстильные материалы нашли применение при строительстве автодорог, мостов, дамб, железнодорожных насыпей, гидросооружений в качестве дренажных, армирующих, защитно-покровных материалов при дорожном строительстве.

Применение геотекстиля позволяет снизить расходы конструкционных материалов, повысить устойчивость, прочность и срок службы возводимых конструкций. Геотекстильное полотно может использоваться в экстремальных климатических условиях: в регионах вечной мерзлоты, а также в районах с жарким климатом [2].

Целью данной работы является разработка технологии нетканых геотекстильных материалов с повышенными деформационно-прочностными свойствами.

Проведенный анализ перспективных способов производства геотекстильных полотен показал, что иглопробивные и термоскрепленные материалы наиболее просты в производстве и удобны в применении.

Поэтому в данной работе изучали влияние способа производства, состава волокнистого холста и других технологических параметров выработки на свойства нетканых геотекстильных материалов. Материалы получали путем механического или термического скрепления полиэфирных и полипропиленовых волокон, а также комбинированным способом.

Актуальность работы обусловлена необходимостью расширения ассортимента нетканых геотекстильных полотен, снижением затрат на их производство, а также оптимизацией технологического процесса получения нетканых полотен для строительства.

Новизна работы заключается в оценке влияния технологических параметров выработки на деформационно-прочностные свойства нетканых материалов. Также была проведена оптимизация технологических параметров выработки с помощью метода математического планирования и анализа эксперимента.

Установлено, что нетканые иглопробивные материалы обладают высокими деформационными свойствами и неустойчивостью структуры. Проведённые исследования показали и высокую степень необратимой деформации. Для фиксации структуры иглопробивных материалов и повышения их деформационно-прочностных свойств проводили термообработку полотен в течение 30 секунд без давления при температуре 145-150⁰С, После чего материал приобретал свой окончательный вид и свойства [1].

Результаты исследований представлены на рисунках 1,2.

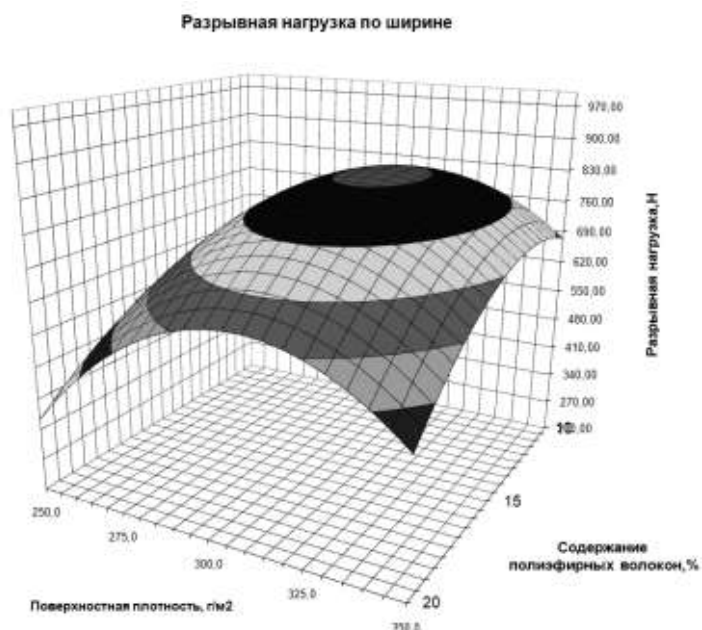


Рис.1. Графическая зависимость разрывной нагрузки по ширине нетканого материала комбинированного скрепления от поверхностной плотности и от содержания полиэфирных волокон в смеси

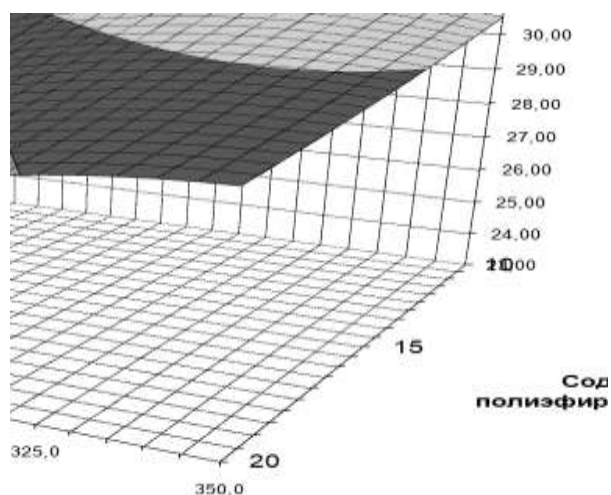


Рис.2. Графическая зависимость быстрообратимой (упругой) деформации по длине нетканого иглопробивного материала от поверхностной плотности и от содержания полиэфирных волокон в смеси

Анализ рис.1 показывает, что при термофиксации иглопробивных материалов, содержащих термопластичные полипропиленовые волокна, большая поверхностная плотность обеспечивает большее число адгезионных склеек между волокнами.

Из анализа рис.2 видно, что упругая деформация как по длине, так и по ширине материала достигает максимального значения при содержании 20% полиэфирных волокон и поверхностной плотности материала 350 г/м². Это связано с ростом числа волокон в материале, скреплённом иглопрокалыванием. Это позволяет выдерживать материалу высокие разрывные нагрузки, при этом материал способен деформироваться без потери качества, с сохранением деформационно-прочностных свойств.

Проведённые исследования показали, что при термоскреплении волокнистых холстов, содержащих полипропиленовые волокна, происходит размягчение их поверхности до образования временной липкости, и скрепление ими базовых полиэфирных волокон. Поэтому с ростом числа полипропиленовых волокон в смеси происходит увеличение числа адгезионных склеек, что приводит к росту прочности и снижению удлинения при разрыве и воздухопроницаемости материала. Оптимальным является 10% полипропиленовых волокон в смеси как для иглопробивных, так и для термофиксированных иглопробивных полотен.

Как показали проведённые исследования, недостатком иглопробивных полотен является их высокая степень необратимой деформации. Поэтому было принято решение провести термофиксацию структуры полученных материалов. При термофиксации иглопробивных материалов, содержащих термопластичные полипропиленовые волокна, большая поверхностная плотность обеспечивает большее число адгезионных склеек между волокнами. При этом по длине материала прочность материала значительно выше, т.к. в лабораторных условиях нами получены материалы с преимущественно продольной ориентацией волокон. Удлинение при разрыве иглопробивных полотен ожидаемо снижается с ростом поверхностной плотности материала, т.к. растёт число волокон, степень их перепутывания возрастает.

При термофиксации наблюдается обратная картина: с ростом поверхностной плотности материалов удлинение растёт. Это связано с составом материала, большую часть которого составляют термопластичные полипропиленовые волокна, образующие адгезионные склейки.

Установлено, что разработанный нетканый обладает требуемыми свойствами и может быть рекомендован к использованию в качестве геотекстиля. Разработанный материал 300-350г/м² имеет разрывную нагрузку по длине материала, превышающую 2200Н по длине и 700Н по ширине материала, высокий модуль упругости и быстрообратимую деформацию более 30%.

Кроме того, нами было изучено влияние содержания полипропиленовых волокон на морозостойкость нетканого материала из смеси полипропиленовых и полиэфирных волокон. Установлено, что все разработанные материалы сохраняют высокие прочностные свойства после замораживания и оттаивания и имеют достаточно высокое удлинение при разрыве как по длине, так и по ширине материала. Таким образом, разработанный материал рекомендуется использовать для проведения строительных работ в суровых климатических условиях.

Список литературы

1. *Пожарская Н.А., Степанов В.А., Калямина Е.Ю., Аниськова В.А.* // Тезисы докладов 71-ой Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2019)» Часть 3., 2019 г. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – С. 175.

2. Область применения геотекстиля //2019. <https://www.td-geo.ru>.

**ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ТЕХНОСФЕРЫ:
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ, ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
PROCESSES OF HEAT AND MASS TRANSFER IN PROTECTION SYSTEMS OF
TECHNOLOGY: PRODUCTION, FIRE AND FIRE ENVIRONMENTAL ASPECTS**

Федосов Сергей Викторович*, **Баканов Максим Олегович****,
Никишов Сергей Николаевич**
Fedosov Sergey Viktorovich*, **Bakanov Maksym****,
Nikishov Sergey Nikolaevich**

**Национальный исследовательский университет Московский государственный
строительный университет, Москва, Россия
National research university Moscow state building university, Moscow, Russia
(e-mail: fedosov-academic53@mail.ru)*

***Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия
Ivanovo fire and rescue academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
(e-mail: mask-13@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности процессов теплообмена в окружающих человека системах. Показано, что знания законов теплообмена и способность правильно использовать эти знания в современных условиях может влиять на обеспечение безопасности жизни и здоровья людей.

Abstract: Some features of heat and mass transfer processes in the surrounding human systems are considered. It is shown that knowledge of the laws of heat and mass transfer and the ability to properly use this knowledge in modern conditions can affect the safety of people's life and health.

Ключевые слова: ноосфера, безопасность, теплообмен, массообмен, краевые условия.

Keywords: noosphere, safety, heat transfer, mass transfer, boundary conditions.

Великое учение о ноосфере и биосфере, созданное выдающимся учёным В.И. Вернадским [1] определяет и поясняет жизнь всей природы и роль человечества в ней. На рис. 1 приведена иллюстрация представлений В.И. Вернадского в форме своеобразной "лепестковой диаграммы".

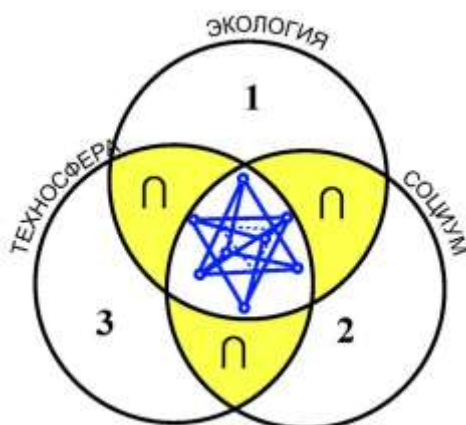


Рисунок 1 - Представления В.И. Вернадского о ноосфере

Безусловно, справедлива очерёдность элементов диаграммы: экология > социум > техносфера.

До появления человека на планете Земля вся живая и неживая природа подчинялась законам экологии: периоды ледников и потеплений сменяли друг друга и приводили к изменениям и фауны и флоры; возникали, развивались и исчезали различные виды растений и представители животного мира. Появление человека разумного явилось отправной точкой отсчёта развития социума. И наконец, когда человек стал применять орудия производства для получения продукции, возникло и ответное влияние человека на природу и, соответственно, техносфера.

1944-й год, Вторая Мировая война, людские страдания, потеря близких и надежды на то, как будет складываться дальнейшая послевоенная жизнь. И отражается влияние человека на ноосферу, биосферу и перспективы развития человеческого общества. И становится ясно, что они могут быть или радужными, или печальными. Человек живёт в природе, которая своеобразна и миллионы лет она творит свою историю, в которой вечно сосуществуют две научные парадигмы: детерминизм (определённость) и стохастика (вероятность).

Все процессы в живой природе протекают с той или иной степенью вероятности в макромасштабе событий, но определённый этой вероятностью "вектор" направления процесса в своих микромасштабах подчиняется строго детерминированным закономерностям протекания теплофизических процессов, которые определяются так называемой "тройной аналогией".

Ещё в трудах основоположников коммунистических идей, которые сегодня "задвинуты на задворки истории", в частности, в работе В.И. Ленина "Материализм и эмпириокритицизм" [2], отмечается, что единство природы выражается в "поразительной аналогии внешне различных явлений, описываемых едиными дифференциальными уравнениями".

Эта аналогия выражается феноменологическими уравнениями гидроаэродинамики и теплопереноса (1-7).

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} + (v \cdot \nabla) \cdot v + \frac{\partial \rho}{\rho} = g + \frac{1}{\rho} \cdot \nabla \cdot \sigma(v) \quad (1)$$

$$(в i-м уравнении: \dots \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j})$$

$$\sigma_{ij}(v) = \rho v + \left(\frac{\partial \sigma_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \sigma_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \operatorname{div} v \right) \quad (2)$$

Уравнение Фурье-Кирхгофа:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

где: w - скорость движения среды, м/с; a - коэффициент температуропроводности, м²/с.

В реальных гидрогеологических условия конвективный перенос сопровождается молекулярно-диффузионными процессами и описывается понятием конвективной диффузии. Суммарный удельный поток веществ при конвективной диффузии имеет вид:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} + \frac{\partial C}{\partial x} w_x + \frac{\partial C}{\partial y} w_y + \frac{\partial C}{\partial z} w_z = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

где: C - концентрация; D - коэффициент диффузии.

Для того, что бы охарактеризовать соотношение интенсивности переноса веществ конвекцией и молекулярной диффузией у границы фазы, где интенсивность переноса определяется молекулярной диффузией используется критерий Нуссельта:

$$Nu_D = \frac{\beta \cdot l}{D} \quad (5)$$

Для того, что бы описать изменение скорости потока диффузионной массы во времени и характеристики нестационарных процессов используется критерий Фурье:

$$Fo_d = \frac{D \cdot \tau}{l^2} \quad (6)$$

Диффузионный критерий Прандтля характеризует подобие полей физических величин и определяется только физическими свойствами вещества.

В общем виде критериальное уравнение конвективной диффузии записываются следующим образом:

$$Nu_d = f(Re, Gr, Pr_d, Fo_d) \quad (7)$$

Представленная система уравнений сама по себе является, в принципе, неразрешимой существующими методами математической физики, поскольку является и нелинейной и неоднородной.

Как известно, дифференциальные уравнения в частных производных имеют бесчисленное множество решений. И только будучи дополненными краевыми условиями они могут быть решены для ограниченного числа практических задач. Краевые условия - это совокупность начальных и граничных условий.

В качестве начальных условий к задачам гидроаэродинамики определяют значения показателей скоростей движущейся среды и/или напряжений трения на границах потока с ограждающими конструкциями.

Выше нами были представлены уравнения для сплошной среды, а в твердых телах в качестве граничных условий к задачам тепломассопереноса, как правило, применяется система уравнений акад. А.В.Лыкова и Ю.А.Михайлова (8-16) [3]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \frac{c_p k}{c_q \gamma_0} \nabla P \nabla t, \quad (8)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \theta + a_m \delta \nabla^2 t + a_m \delta' \nabla^2 P, \quad (9)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = a_p \nabla^2 P - \varepsilon \frac{c_m}{c_s} \frac{\partial \theta}{\partial \tau}. \quad (10)$$

Краевые условия:

- начальные:

$$t(x, y, z, \tau) \Big|_{\tau=0} = t_0(x, y, z), \quad (11)$$

$$\theta(x, y, z, \tau) \Big|_{\tau=0} = \theta_0(x, y, z), \quad (12)$$

$$P(x, y, z, \tau) \Big|_{\tau=0} = P_0(x, y, z), \quad (13)$$

- граничные:

$$-\lambda_q (\nabla t)_n + q_q(\tau) - (1 - \varepsilon) r q_m(\tau) = 0, \quad (14)$$

$$\lambda_m (\nabla \theta)_n + \lambda_m \delta' (\nabla t)_n + \lambda_p (\nabla P)_n + q_m(\tau) = 0, \quad (15)$$

$$P_n = p = const. \quad (16)$$

Здесь: t, θ, p – функции, определяющие значения потенциалов переноса (теплоты, массы, давления), в пространстве координат твердого тела в произвольные моменты времени; a_q, a_m, a_p – коэффициенты переноса, соответственно, температуро-, массо- и баропроводности; C_q, C_m – коэффициенты тепло- и массоемкости; r – скрытая теплота парообразования (теплота фазового перехода); ε – степень фазового перехода; δ_m – коэффициент термодиффузии (термоградиентный коэффициент); C_p, C_s – удельные теплоемкости; λ_q, λ_m – коэффициенты тепло- и массопроводности; q_q, q_m – плотности потоков теплоты и массы вещества, определяющие межфазный перенос между более плотной (твердой) и менее плотной (жидкой, газовой) фазами.

Задача расчёта по уравнениям гидроаэродинамики (перенос импульса и количества движения), а также тепломассопереноса (количества теплоты, энергии и массы вещества) существенно осложняется тем, что практически все коэффициенты переноса теплоты и массы вещества являются эмпирическими величинами, определяемыми опытным путём. Исключением являются коэффициенты переноса, полученные на основе молекулярно-кинетической теории газов.

К тому же, в соответствии с теорией термодинамики необратимых процессов [3, 4] все термодинамические потоки зависят друг от друга:

$$\bar{J}_i = \sum_{j=1}^n L_{ij} X_j \quad (i=1, \dots, n) \quad (17)$$

где: \bar{J}_i - удельные термодинамические потоки; X_j - термодинамические силы; L_{ij} - феноменологические коэффициенты.

Для систем далеких от равновесия феноменологические уравнения записываются в следующем виде:

$$\bar{J}_i(X) = \sum_{j=1}^n L_{ij}(X) X_j \quad (i=1, \dots, n) \quad (18)$$

Общеизвестно также, что в природе существуют четыре фазовых состояния вещества: твёрдое, жидкое, газообразное и плазменное. Последнее, довольно специфическое и не всегда встречается в обычной деятельности человека.

Каждому человеку нашей планеты известно из опыта своей повседневной жизни, что вода из стакана или лужи на дороге испаряется и переходит из жидкого состояния в газообразное, или наоборот, конденсируется из воздуха в объёме (образуя туман), или осаждается на поверхности твёрдых тел (в качестве росы). Твёрдое вещество, например сахар, вдруг исчезает на глазах, будучи помещённым в сосуд с водой. На этом, может и не стоило бы акцентировать внимание, если бы не факты, которые скрыты от обычного потребителя: во всех случаях происходят изменения теплофизических, физико-химических и механических свойств субстанции (вещества). И все эти факторы также существенно влияют на скорость протекания процессов тепломассопереноса.

Человек удивляется, радуется, негодует, когда объявленный прогноз погоды не соответствует тем обстоятельствам, на которые он рассчитывал.

И совершенно напрасно. Решения задач гидроаэродинамики, полученные для детерминированных условий, т.е. жёстко заданных начальных и граничных условиях дают и чётко определённые детерминированные зависимости. Все воздушные потоки в атмосфере и более высоких слоях тропосферы носят ярко выраженный стохастический характер, поэтому и решения задач гидрогазодинамики и тепломассопереноса в этих условиях также носят вероятностный характер.

Особенно следует отметить влияние на атмосферные процессы "водной стихии" и "земной тверди". Потоки газов и жидкостей лишь при малых скоростях движения сохраняют линейное (ламинарное) течение. При возрастании скоростей возникает турбулизация потоков, сопровождаемая вихреобразованием и интенсификацией тепловых и массообменных процессов.

Увы! Природа не может существовать без катаклизмов: землетрясений, наводнений, извержений вулканов, пожаров и, к сожалению, добавившихся к ним катастрофы техногенного характера, происходящих по вине "человеческого фактора".

В соответствии с законодательством и нормативно-правовой документацией определено следующее понятие: "Производственная безопасность - система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности". Ещё одно понятие: "Несчастный случай или авария на производстве -

сложное причинно-следственное событие, являющееся результатом недостаточно чётко проработанных решений технологов, конструкторов, проектировщиков, организаторов производства и ошибочных действий непосредственных исполнителей".

Так что же лежит в основе "недостаточно чётко проработанных решений..."? Ответ на этот риторический вопрос, по-видимому, надо искать в плоскости "современные научные знания о производственном объекте - квалификация кадров на объекте".

Анализ большинства техногенных катастроф XX-XXI веков показывает, что первопричиной всех несчастий является "человеческий фактор, явный, или скрытый. Явная - это недостаточная квалификация персонала, выполняющего работы на потенциально опасном производстве. Причём, зависящая порой не столько от нерадивости обучаемых, сколько от нерадивости обучающих, или некачественно поставленного процесса обучения (несовершенные методики, инструкции, приборы и лабораторное оборудование и т.п.).

За примерами далеко ходить не надо. 3 декабря 1984 года. Индия, Бхопал. Взрыв на химическом заводе по производству метилизоцианата (вещество для производства пестицидов), в ёмкости, наполовину закопанной в землю, находится 60 тонн взрывоопасной жидкости. Жаркий день, контроль температуры паров не производится. Следует взрыв и начинают "работать" уравнения движения парогазовой среды, а также, уравнения конвективного тепло- и массопереноса, разнося ядовитые пары на многие километры от очага взрыва. Более 160 000 жертв. И до сих пор не приходит дня, чтобы СМИ не сообщили об очередной чрезвычайной ситуации и о возникшем при этом пожаре. А пожар - это тяжелейшая экологическая нагрузка на природу. И это не единственный пример такого рода. Чернобыльская авария 26 апреля 1986 года. За несколько секунд до взрыва на 4-м энергоблоке оператор успевает сообщить о сильнейшей вибрации насосов. И гибнет в пламени мощнейшего взрыва. Непосредственно при тушении пожара погибают ещё 31 человек. Ещё 600 тысяч затем оказываются поражёнными лучевой болезнью. Всего, по оценкам МАГАТЭ воздействию аварии оказались подвержены более 2 миллионов человек. А ещё и экологические последствия и мутации животного мира, когда "маленькие" - пауки начинали хаотично плести паутину; "средние" - волки стали в одиночку нападать на людей; а среди людей повысился процент родившихся с болезнью Дауна. У специалистов в области медицины есть крылатая фраза: "болезнь легче предупредить, чем лечить". Но предупредить развитие негативных тенденций в любой области может только специалист, вооружённый знаниями как всех особенностей развития технологических процессов, так и возможных разрушительных последствий.

В завершение своего сообщения автор приводит электронную ссылку на практически всю современную нормативную документацию по безопасности производственной, экологической и пожарной [5, 6].

Список литературы

1. Биосфера и ноосфера. Составители *Н.А. Костяшкин, Е.М. Гончарова* / Предисловие Р.К. Баландина. - М.: Айрис-пресс, 2004. 576 с.
2. Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм. Критические заметки об одной реакционной философии. М.: Политиздат, 1984.
3. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса/Москва-Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1963. 535 с.
4. Де Гроот С.Р. Термодинамика необратимых процессов. Гостехиздат, 1956.
5. <http://www.gosnadzor.ru/service/list/certification%20experts/acts/%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%A7%D0%95%D0%9D%D0%AC%20%D0%9D%D0%A2%D0%94.pdf>
6. <https://tk-servis.ru/lib/all/>

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА
НА ХЛОПКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТАДЖИКИСТАНА¹
ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF RAW COTTON PROCESSING AT THE COTTON
MILLS OF TADJIKISTAN**

**Газиева Санат Атахоновна
Gazieva Sanat A.**

*ООО НПК «ЦНИИШерсть», Москва, Россия,
Технологический университет Таджикистана, Республика Таджикистан
NPC "TSNIISHERST", Moscow, Russia,
Technological University of Tadjikistan, Republic of Tadjikistan*

Аннотация: приведены актуализированные данные полученные автором при проведении экспериментальной части работы на хлопкоперерабатывающих предприятиях Республики Таджикистан. Проведено сравнение показателей хлопка различных селекций.

Abstract: new experimental results are provided by the author, results were collected at the raw cotton mills of Republic of Tadjikistan. Also shown the comparison of characteristics of raw cotton of various types (selections).

Ключевые слова: хлопок-сырец, технология первичной обработки, хлопок новых сортов (селекций)

Keywords: raw cotton, technology of primary treatment, cotton of new selection

Анализ состояния вопроса технологии переработки хлопка-сырца на современном этапе развития хлопковой промышленности опирается на исследования, проведенные учеными и специалистами Узбекской государственно-акционерной ассоциации по переработке хлопка-сырца и сбыту хлопковой продукции «Узгосхлоппромсбыт» НПО «Хлоппром», ТГСКБ по хлопкоочистке, учеными ТИТЛП, ТАШПИ, ТИИМСХ, Наманганский инженерно-технологический институт, Департамента по переработке хлопка Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан, Агентства «Таджикгосстандарт», учеными ТГУ им. академика М.С. Осими, Технологического университета Таджикистана и др.

Вопросами комплексной переработки хлопкового волокна и других волокнистых материалов занимаются ученые Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технология, дизайн, искусство), Костромского государственного технологического университета, Ивановский государственный политехнический университет, Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, Всероссийский научно-исследовательский институт легкого и текстильного машиностроения, ряд других ВУЗов и научно-производственных организаций Российской Федерации [1-8].

Совершенствование технологии, как в подготовительном, так и в основном процессе или на базе поточной обработки хлопка, должно проводиться при оптимизированных условиях каждого перехода, операций и с учетом свойств сырца. Такая постановка проблемы исключает разрыв в системе «хлопкозавод – сырец», позволяет создать управляемый комплекс относительно сырца, использовать ЭВМ, применять современные методы

¹ Работа выполнялась в период до 2015 года под научным руководством проф. Иброгимова Х.И. (Технологический университет Таджикистана), в 2016-2019 гг. под руководством проф. Разумеева К.Э. (Текстильный институт РГУ им. А.Н. Косыгина; ООО НПК «ЦНИИШерсть», г. Москва, Россия)

планирования и статистического анализа. На современном этапе хлопкоперерабатывающие предприятие – хозрасчетное промышленное предприятие, обладающее развитой производственной структурой, предназначенное для первичной переработки хлопка-сырца и имеющее в своем составе заготовительные пункты, ведущие закупку хлопка-сырца из фермерских хозяйств. Сочетание производственной и заготовительной деятельности значительно отличает его от предприятий большинства других промышленных отраслей.

Необходимо отметить, что в условиях рыночной экономики структура и деятельность хлопкоперерабатывающих предприятий несколько изменилось. Например, хлопкоперерабатывающие предприятия работают по взаимным договорам, заключенным между хозяйствами и фьючерскими фирмами. Реализацию основной хлопковой продукции производят сами фьючерские фирмы. Оплата за переработку хлопкозаводам устанавливается на договорной основе. Все это обязывает хлопкозаводы производить продукцию высокого качества и постоянно совершенствовать свою технологию.

Потребность в хлопковой продукции – волокне, ленте и семенах, во всем мире постоянно увеличивается. На рынках сбыта хлопковая продукция занимает ведущее место как наиболее потребляемая и необходимая.

В настоящее время в текстильной промышленности широко используется различное текстильное сырье: натуральные, искусственные, синтетические волокна, и тем не менее доминирующим остается хлопковое волокно, доля которого в общем балансе текстильного сырья составляет 55–60%.

Согласно стандарту хлопковое волокно в зависимости от физико-механических показателей: штапельной массодлины, линейной плотности и удельной разрывной нагрузки (I и II сорт) подразделяют на девять типов: 1а, 1б, 1, 2, 3 – относятся к длиноволокнистым, а 4, 5, 6 и 7 – к средневолокнистым сортам хлопка.

Хлопкозаводы Таджикистана с давних времен перерабатывали в основном средневолокнистые сорта разновидностей 108-Ф, Киргиз-3, С-6524, С-6030, Наманган-77, 133 и в настоящее время в основном перерабатывают новые перспективные сорта такие как Мехргон, Гулистан, НС-60, Хисор, Сорбон, Хучанд-67, Хучанд-75, Исфисор, 20 солагии Истиклолият, иностранные сорта – Флора, Кармен, Флеш и другие с волокном IV, V типов. Раньше производили и перерабатывали длиноволокнистые сорта такие как 6465-В, 8809-В, 9883-И, а при нынешнем времени 9326-В, 9871-И, 750-В, Авесто, Пулодон (волокно I, II, III типов) и т.д. Такие сорта, как 108-Ф, Киргиз-3, 175-Ф перерабатывали по существующим регламентированным процессам ПОХ 56–84 и действующим ПДКИ 02–97, при этом хлопковую продукцию получали в основном в пределах норм стандарта, а по некоторым видам пороков – зажгученности и кожицы семян с волокном, показатели превышали допустимую норму стандарта.

Длинноволокнистый сырец в республике собирают в основном вручную, при этом исходная засоренность всех сортов колеблется от 3,0 до 9,0%.

Среди всех селекционных сортов 4-го типа наибольшие площади с 1990 г. занимают селекционные сорта 133, 149-Ф, С-6524. Самую малую линейную плотность волокна, высокую относительную прочность и высокую относительную разрывную нагрузку имела селекционный сорт 133, но штапельная длина у него ежегодно снижался. Сорт С-6524 по физико-механическим свойствам волокна находится на одном уровне с селекционным сортом 175-Ф (не имела запаса по прочности и штапельной длине). Из урожая 1990–2000 г.г. по штапельной длине 71,6% волокна и по относительной разрывной нагрузке 97% волокна сорт С-6524 соответствовал 4-му типу (средняя статистическая информация).

В связи с отсутствием на многих хлопкозаводах республики технологических линий согласно регламенту ПОХ 127-88 переработка сорта С-6524 усложнялся, что снизилось качество получаемого волокна, и во многих случаях содержание пороков и сорных примесей в волокне превышало нормы стандарта.

Лучшее качество волокна среди 4-х типов хлопка имеют новые перспективные сорта Мехргон и НС-60, которые отличаются лучшей степенью белизны. Качество волокна этих

сортов характеризуется штапельной длиной 33–34 мм, малой линейной плотностью 150–170 мтекс, высокой относительной разрывной нагрузкой 25,5–26,3 гс/текс и небольшой засоренностью.

Среди новых сортов хлопка заметное место занимает сорт НС-60 с 4-м типом волокна. Необходимо отметить, что по результатам испытаний хлопок данного сорта, выращенный на сортоучастках, обладает свойствами, более близкими к 3-му типу волокна, выход его составляет 36,8%, штапельная длина от 35,8 до 36,2 мм. Процент остаточной волокнистости на семена после дженирования низкий.

В табл. 1.1 приведены сравнительные показатели массовой доли пороков и сорных примесей волокна, выработанного из хлопка-сырца 1-го и 2-го класса по хлопкосеющим зонам республики.

Таблица 1.1–Сравнительные показатели массовой доли пороков и сорных примесей хлопкового волокна

Наименование хлопкоперерабатывающей зоны республики	Класс хлопка-сырца	Массовая доля пороков и сорных примесей, %		Отклонение от нормы ГОСТа (+), (-)
		по нормам	фактическая	
Кулябский	1	2,9	2,9	0,0
	2	3,0	3,2	+0,2
	В целом	3,0	2,9	-0,1
Бохтарский	1	3,1	3,2	+0,1
	2	3,1	4,4	+1,6
	В целом	3,1	3,5	+0,4
Согдийский	1	3,2	3,3	+0,1
	2	2,7	3,6	+0,9
	В целом	3,0	3,4	+0,4
Гиссарский	1	3,5	3,3	-0,2
	2	3,2	3,6	+0,4
	В целом	3,4	3,4	0,0
По республике	1	3,1	3,2	+0,1
	2	3,0	3,8	+0,8
	В целом	3,1	3,3	+0,2

Примечание: показатели волокна, выработанного из хлопка-сырца 3-го класса не сравнивались.

Из приведенных в табл. 1.1. данных видно, что фактическая доля пороков и сорных примесей в волокне в большинстве выше нормы стандарта.

Основные показатели производства и заготовки хлопка-сырца по республике представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Динамика валового сбора хлопка-сырца за период 2006-2018 гг.

Показатели	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
По Республике Таджикистан							
Хлопчатник, всего (тыс. тонн)	437,898	419,786	353,146	296,014	310,56	418,0	395,234
в.т.ч: длинноволокнистый	37,182	26,590	10,753	2,0	1,717	3,8	10,23
средневолокнистый	400,716	393,196	342,393	294,026	308,84	414,2	385,004
По Хатлонской области							
Хлопчатник, всего	258,1	259,6	241,1	197,9	202,0	282,6	264,3
в.т.ч: длинноволокнистый	25,1	24,8	10,1	1,1	1,4	3,8	10,23
средневолокнистый	233,0	234,8	230,0	196,8	200,6	278,8	253,07

Анализ табл. 1.2. показывает, что посевные площади под хлопчатник до 2016 года постепенно сокращаются. Это объясняется тем, что выделенные площади планируются для посева и выращивания других сельскохозяйственных культур, а увеличение объема заготовки хлопка-сырца достигается путем выращивания высокопродуктивных селекционных разновидностей хлопка, которые признаны перспективными. Положительным за анализируемый период является то, что основной процент собранного урожая приходится на долю I-II сортов.

В настоящее время мощности существующих хлопкозаводов Таджикистана позволяют переработать за год до 1,0 млн т хлопка-сырца. Реальность же такова, что при нынешних объемах производства сырца на каждый хлопкозавод приходится в среднем от 3–6 по 8–9 тыс. т. Многие хлопкозаводы, правильно используя свои возможности, заканчивают переработку хлопка-сырца в сезон. Ряд хлопкозаводов из-за несоблюдения регламентированного техпроцесса, низкого уровня технической оснащенности не могут использовать имеющиеся возможности, что способствует снижению производственных и экономических показателей, в том числе доходов хлопкосеющих хозяйств. В итоге качество хлопкового волокна не соответствует требуемым нормам. При этом для хлопкозаводов республики установлены следующие нормы по качеству хлопкового волокна (табл. 1.3).

Следует отметить, что не все хлопкозаводы РТ придерживаются вышеприведенных норм по сортам и классам.

Другим показателем, характеризующим деятельность хлопкозаводов, является выход волокна. За анализируемый период план по выходу волокна в целом по республике практически выполнялся (табл. 1.4).

Таблица 1.3– Требуемое качество выпускаемого волокна для хлопкозаводов

Промышленный сорт волокна	Качество волокна по классам, %				
	высший	хороший	средний	обычный	сорный
I	70	20	5	5	-
II	60	20	10	5	5
III	-	50	40	5	5
IV	-	50	30	10	10
V	-	-	50	40	10

Качественные показатели выработанного хлопкового волокна в разрезе классов со средней влажностью за определенный период 2017 г. (урожай 2017г.) по некоторым хлопкозаводам РТ приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.4–Выход волокна за анализируемый период

Выход волокна, %	Периоды						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
плановый	32,4	32,5	32,4	32,5	32,3	32,5	32,6
фактический	32,6	32,4	32,1	32,3	32,3	32,8	32,8
Выход волокна, %	Периоды						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
плановый	32,6	32,4	33,4	33,5	33,3	34,5	34,6
фактический	32,8	32,6	33,7	33,8	33,6	34,8	34,8

Окончание таблицы 1.4.

Выход волокна, %	Периоды			
	2015	2016	2017	2018
плановый	34,4	34,5	34,8	34,5
фактический	34,6	34,8	35,1	34,8

Таблица 1.5 – Качественные показатели выработанного хлопкового волокна в разрезе классов за определенный период 2017 г. (урожаем 2017 г.)

№ п/п	Наименование хлопкоперерабатывающих предприятий	Выработка хлопкового волокна, тонн	В том числе по классам					Средняя влажность волокна, %
			высший	хороший	средний	обычный	сорный	
1.	ООО “Конибодом-Коттон” г. Канибадам	834	28	651	35	110	10	6,4
2.	ООО “Зафаробод-Инвест” район Зафаробод	1714	33	1143	482	50	6	6,8
3.	ООО “Зафариён” район Б. Гафуров	3208	205	2650	303	28	22	7,2
4.	ЧСШК “Пахтаи Шахритус” район Шахритус	885	526	159	140	50	10	7,6
5.	ООО “Сафо” район А.Джоми	716	50	180	456	10	20	6,2
6.	АООТ “Сарои- Камар” Пянджский район	518	128	363	7	12	8	6,4
7.	АООТ “Ф.Саидов” район Кушониён	1696	728	809	121	22	16	6,1
8.	ООО НФС НТР “Катон” (ЕКОМ) Яванский район	1069	300	581	188	–	–	6,4
9.	ООО “Зиёратшоҳ” район Фархар	1524	1254	127	92	13	38	6,5
10.	ООО “Тиллои Сафед” г. Кулбья	570	370	180	13	7	–	7,2
11.	АООТ “Ҳосилог” район Рӯдакӣ	707	517	155	15	15	5	6,4
12.	ООО “Пахтаи Хисор” г. Гиссар	1020	742	210	52	10	6	7,6
	Всего	14461	4881	7208	1904	307	139	–
	в %	100	33,9	49,8	13,2	2,13	0,98	–

Качественные показатели выработанного хлопкового волокна в разрезе классов за 5 месяцев 2017 г. (урожаем 2017 г.) для других хлопкоперерабатывающих предприятий приведены в приложение 1, табл. 1.1. Результаты испытаний хлопкового волокна по некоторым хлопкозаводам для средневолокнистых сортов хлопка в разрезе селекционных разновидностей из урожая 2017 г. приведены в приложение 1, табл. 1.2.

Регламентированный процесс разработан для хлопка-сырца средневолокнистых и длинноволокнистых сортов с учетом их качественных особенностей и видам сбора, селекционным и промышленным сортам, показателям влажности и засоренности. Строгое соблюдение регламентированного процесса обеспечивает: правильную организацию приемки, комплектования, хранения и переработки хлопка-сырца, выпуск хлопкоочистительными заводами продукции, отвечающей требованиям государственных стандартов, рациональное и экономичное ведение производственного процесса.

Хлопкозаводам, в соответствии с существующим регламентом переработки хлопка предлагали использование режима переработки хлопка-сырца с учетом внедренных в настоящее время поточной линии сушки и очистки хлопка-сырца типа ПЛПХ, джинов ДП-130 (4ДП-130), 5ДП-130, также допускаются джины марки 3ХДДМ, ДВ-1М, волоконоочистителей ВТ, ВТМ, ОН-6-4 (ОН-6-3), 30ВПМ, 1ВП, 2ВП, ВПК и др., линтеров 5ЛП, 6ЛП.

В регламенте указывается, что новые селекционные сорта хлопчатника в некоторых случаях имеют ряд отличительных особенностей. Поэтому в дополнение к технологическому

регламенту НПО «Хлопкопром» будут выдаваться рекомендации по их переработке по мере районирования новых сортов.

Таджикистан является одним из основных хлопковых баз СНГ по производству длинноволокнистых сортов хлопка-сырца. Однако в несколько последних десятилетий в связи со снижением спроса на мировом рынке на длинноволокнистые сорта, выращивание, сбор и заготовка этого ценнейшего сырья в последние годы составляет в среднем 2500–3000 тонн. Из общего количества, выращенного хлопка на сырце со 2-м типом волокна приходится 60–80%. Остальной объём заготовки относится к 1-му и 3-му типа волокна. Этому способствуют климатические условия южно-территориальной части республики, позволяющие выращивать хлопчатник с более длительным вегетационным периодом, в остальных хлопкосеющих хозяйствах в районах Кулябской зоны – скороспелые. В республике выращивался длинноволокнистый хлопок разновидностей 6249-В, 9883-И (волокно 2 типа), 6465-В, Термез-14 (3 типа) и новые селекционные сорта 8386-В, 9326-В, 8809-В, 750-В, 9871-И. Около 90% посевных площадей заняты сортами 9326-В, 750-В и Авесто с волокном 2 типа.

Новый сорт хлопчатника 9326-В по физико-механическим свойствам близок к 6249-В и характеризуется меньшей разрывной нагрузкой волокна, но большей штапельной длиной и метрическим номером, а также лучшими агротехническими показателями (урожайность, выход волокна, листопадностью и др.).

Анализ качества волокна на хлопкозаводах свидетельствует о том, что оно отвечает требованиям стандарта на 74–92% в зависимости от технологии переработки селекционного сорта. В настоящее время на всех хлопкозаводах валичной очистки, кроме ООО «Ирам» (Канибадамский хлопкозавод), хлопок-сырец подвергают однократной очистке на пильчатых очистителях типа «Мехнат», а волокно на волоконоочистителях с разным типом и компоновкой таких, как ВТ, ВТМ, ОН-6-3, ОН-6-4, также СЧ и РХ-1, приспособленных для волоконоочистки.

Несоблюдение технологической цепочки хлопкозаводов валичной очистки с технологией, рекомендованной НПО «Хлопкопром», объясняется тем, что она не является окончательной и по мере внедрения новой техники в ней производятся постоянные корректировки. В новом технологическом регламенте переработки хлопка-сырца (ПДКИ-02-97) внесены корректировки с учетом внедрения в производство новых оборудования.

Хлопок-сырец первого и второго класса получили тепловую обработку в сушилках 2СБ-10, СБО и СБТ, а очистка производилась в батарее очистителей крупного сора. Также на некоторых заводах очистка хлопка-сырца производится на действующих поточных линиях ПЛПХВ.

Анализ переработки хлопка-сырца длинноволокнистых сортов показывает, что по существующему технологическому процессу имеющегося на хлопкозаводах республики не всегда удается получать волокно, качество которого отвечало бы нормам межгосударственного стандарта 3279–95. Однако, исследование технологических процессов заводов (Уялинского, Бохтарского, Шахритузского, Пянджского и др.) показывает, что при анализе хлопка-сырца с лотка джина содержание створок коробочек превышает нормативное, а качественные характеристики волокна по приведенной схеме переработки соответствуют нормам стандарта, а по отдельным компонентам (зажгученность, комбинированные жгутики и кожица семян с волокном) превышает рекомендованные ЦНИХБИ проектам изменения ГОСТа 3279–76, стандарт Республики Узбекистан 604–93, межгосударственного стандарта 3279–95 и СТ РТ 1079-2008.

Для того, чтобы установить качественные характеристики нового сорта Авесто, в посевах, которого занимают большую (около 70%) площадь чем другие сорта по хлопкосеющим хозяйствам Хатлонской области республики, провели исследования на АООТ «Носири Хисрав».

В качестве объекта изучения выбрали I и II сорт 1-го класса со следующими исходными показателями: влажность: –9,6–10,8%, засоренность: –3,4–3,8%, удельная

разрывная нагрузка (Str): –32,5–31,6 гс/текс, показатель микронейр: –3,8–3,9 (коэффициент зрелости –2,1–1,9), Верхняя средняя длина (Len (UHM)) – штапельная длина –39,8–39,6 мм. Хлопок-сырец перерабатывали по технологической схеме №9 АООТ «Носири Хисрав» и вырабатывали продукцию со следующим качеством: массовая доля пороков и сорных примесей: –2,2 и 2,6%, класс волокна – хороший, цвет – сл. пятнистый. Семена получили I и II сортов с полной опушенностью соответственно: –4,6 и 3,6%, влажностью: –6,7–8,2%, засоренностью: –1,8 и 4,5%, механической поврежденностью: –4,3–5,4%.

Поскольку волокно данного сорта отличается большей длиной, то при переработке в нем образовался различные виды технологических пороков и зажгученность.

Выводы

1. Анализ результатов исследования показывает, что для получения качественного волокна необходимо совершенствовать операции сушки и очистки, так как образование нежелательных пороков – кожица семян с волокном и комбинированных жгутиков в первую очередь зависит от нормального протекания этих процессов, а также из-за несовершенства операции очистки хлопка-сырца и волокно, по содержанию листа волокно не соответствует требованию международного стандарта.

2. На заводах пильной очистки Таджикистана перерабатывали в основном средневолокнистые сорта селекции 108-Ф, Киргизский-3, С-6524, 133, 175-Ф (волокно IV–V типов) и новые перспективные сорта Мехргон, Гулистан, НС-60, Хиссор и иностранные сорта Флора, Кармен, Флеш др., также с волокном IV типа.

3. Технологическое оборудование, внедренная в производство, как отечественная конструкция, так и зарубежная, по своему конструктивному решению и технологическому исполнению является лучшей на данное время. Однако, эта некоторых из данных технологий оказалась малоэффективной для качественной переработки новых разновидностей, таких как 9326-В, 750-В, НС-60, Мехргон, Гулистан, Хиссор и др., хотя в соответствии с исследованиями бывшего НПО «Хлопкопром» регламентированный процесс должен был гарантировать получение качественной продукции всех сортов.

Список литературы

1. Разумеев К.Э., Пашин Е.Л., Плеханов А.Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья. Учебное пособие для ВУЗов. М.: АНОО ВПО «Одинцовский гуманитарный институт», 2013. – 375 с.

2. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В., Чистобородов Г.И., Ашнин Н.М. и др. Теоретические основы технологии прядения. Учебное пособие для ВУЗов. Иваново: ИвГПУ, 2014. – 304 с.

3. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В., Чистобородов Г.И., Ашнин Н.М. и др. Теория процессов, технология и оборудование приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток. Учебное пособие для ВУЗов. Иваново: ИвГПУ, 2014. – 352 с.

4. Газиева С.А. Повышение качества хлопкового волокна на основе использования инновационной технологии / соавторы: Иброгимов Х.И., Исмаев И.А., Нуров М.Э., Разумеев К.Э. и др. // Швейная промышленность. – 2015, №3, с. 24-25.

5. Газиева С.А. Анализ факторов, влияющих на производство и переработку хлопка / соавторы: Иброгимов Х.И., Зулфганов С.З., Разумеев К.Э., Бондарчук М.М. // Швейная промышленность. – 2015, №3, с. 37-39.

6. Газиева С.А. Сравнительное исследование качественных показателей нового сорта длиноволокнистого хлопка «Авеста» / соавторы: Иброгимов Х.И., Разумеев К.Э., Рузибоев Х.Г. и др. // Швейная промышленность. – 2015, №4, с. 23-25.

7. Газиева С.А. Исследование изменения структуры длиноволокнистого хлопка нового сорта «Авеста» в технологических процессах первичной обработки и переработки /соавторы: Иброгимов Х.И., Разумеев К.Э. // Швейная промышленность. – 2015, №5-6, с. 12-15.

8. Газиева С.А. Анализ движения летучки хлопка-сырца по лопасти барабанной сушилки /соавторы: Иброгимов Х.И., Газиева С.А., Рудовский П.Н. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2(362), с. 75-79.

Научное издание

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОСЫГИНСКИЙ ФОРУМ
«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
«СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
КЛЮЧЕВЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Сборник научных трудов

16 октября 2019 года

Технический редактор
Федорова Н.Е.

Подготовка макета к печати
Николаева Н.А.

Материалы публикуются в авторской редакции